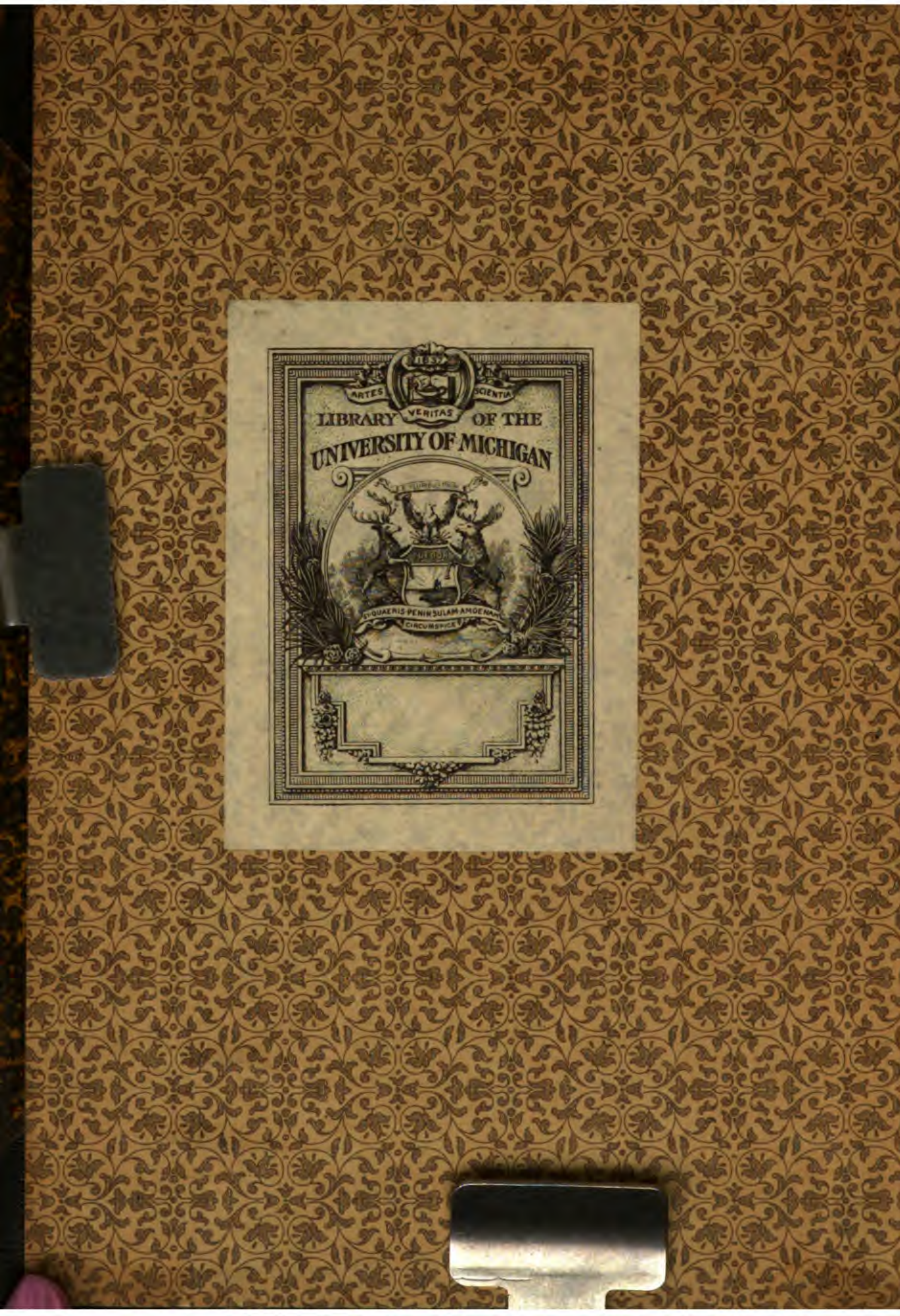





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Beiträge

zur

Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse.

Von

Professor Dr. M. Möbius.

Mit 36 Abbildungen im Text.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1897.

Herrn Geheimrath

Prof. Dr. Julius von Sachs

in Würzburg

in Hochachtung und Verehrung

gewidmet

vom Verfasser.



Vorwort.

Nachdem ich auf äussere Veranlassung hin mich mit Untersuchungen über die Folgen der ungeschlechtlichen Vermehrung bei Blüthenpflanzen und über die Umstände, von denen das Blühen abhängt, beschäftigt und zwei Aufsätze über diese Gegenstände im biologischen Centralblatt (1891 und 92) veröffentlicht hatte, suchte ich die Verhältnisse der Fortpflanzung bei den Pflanzen in biologischer Hinsicht weiter zu erforschen und so ist noch ein Aufsatz über die Entwicklung und Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzenreiche (Biolog. Centralbl. 1896) entstanden. Es lag mir dann weiter vor allen Dingen daran, die Fortpflanzungserscheinungen in Beziehung zu anderen Lebenserscheinungen in das richtige Licht zu stellen und ebenso die verschiedenen Arten der Fortpflanzung bei den Gewächsen demgemäss richtig zu unterscheiden, wie ich dies im ersten Kapitel dieses Buches zu thun versucht habe. Als weitere Ergänzung zu dem früher schon Bearbeiteten erschien erforderlich eine Betrachtung über das Verhältniss zwischen der Fortpflanzung durch Keime und der durch Knospen, wie sie im vierten Kapitel gegeben worden ist. Nachdem ich nun ferner die früheren Aufsätze umgearbeitet und erweitert hatte, schien es mir am zweckmässigsten, sie gemeinsam mit den neuen Abschnitten zu einem Buche zu vereinigen, welches ich hiermit nicht nur den Fachgenossen, sondern den Freunden der Naturwissenschaft überhaupt vorlege: wenigstens habe ich mich

bemüht, auch denen, welche nicht Botaniker von Fach sind verständlich zu schreiben. Ausserdem hoffe ich, dass die Figuren im Texte dazu beitragen werden, das Gesagte anschaulicher zu machen. Wenn auch bei den meisten derselben bereits veröffentlichte Abbildungen benutzt worden sind, so sind doch alle Figuren vom Verf. neu und eigens für dieses Buch gezeichnet; nur die im 5. Kapitel sind zum Theil schon im biologischen Centralblatt erschienen.

Als das Manuskript bereits fertig war, erschien das Werk von Klebs über die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen: ich habe es also nicht mehr berücksichtigen können, mir aber erlaubt, eine Figur aus demselben zu entlehnen. Schliesslich spreche ich dem Herrn Verleger für die gute Ausstattung, welche er dem Buche hat zu Theil werden lassen, meinen besten Dank aus.

Frankfurt a. M., December 1896.

Inhaltsübersicht.

KAPITEL I.

Einleitung.

Aufs Neue freuen wir uns in jedem Jahre, wann im Frühling die Vegetation erwacht, aus der Erde Blätter und blüthentragende Stengel hervorkommen, an den vorher kahlen Aesten der Bäume grüne Blätter und verschiedenfarbige Blüthen erscheinen. Der Anblick eines Gartens, in dem Rosskastanien, Syringen, Goldregen u. s. w. neben einander blühen, gibt uns einen Begriff von dem Drange, der die Pflanzen erfasst hat, ihre Organe zu entfalten: Blätter und Blüthen. Was aber, so von der einen Seite betrachtet, als eine Freude für das Auge und als ein Schmuck für die Pflanze erscheint, das ist in anderer Hinsicht der Ausdruck der wichtigsten Vorgänge im Pflanzenleben, die jedoch von sehr verschiedener Bedeutung sind, denn die Blattentfaltung dient der Erhaltung des Individuums die Blüthenproduktion der Erhaltung der Species. Es ist nothwendig, sich klar zu machen, dass die Erhaltung des Individuums und die Erhaltung der Species Vorgänge sind, welche einerseits durch einander bedingt sind, andererseits in einem gewissen Gegensatz zu einander stehen.

Wenn ein Baum seine Blätter verliert oder wenn wir ihm dieselben abschneiden würden, so ist er nicht mehr im Stande, organische Substanz zu bilden, weil die Organe, welche die Assimilation besorgen, fehlen. Er kann also nicht mehr wachsen und wenn kein Reservematerial zu neuer Blattentwicklung vorhanden ist oder wenn diese immer wieder gehindert wird, so muss er eingehen, so kann sich das Individuum nicht erhalten. Wenn wir dagegen dem Baume alle Blüthen abschneiden würden,

so würde er nicht nur keinen Schaden dadurch haben, sondern würde seine Laubtheile nur um so kräftiger entfalten, alle durch die Assimilation gewonnene organische Substanz für das Wachsthum des Individuums verwenden können. Wenn aber die Blüthen stets entfernt würden, so würde der Baum, nachdem er sein Lebensende erreicht hat, untergehen, ohne dass an seine Stelle ein anderer treten kann: für die Erhaltung der Species wäre nicht gesorgt. Nun aber ist der Natur nur an der Erhaltung der Species gelegen und die Individuen dienen nur, um die Idee der Species in der Welt der Erscheinungen zu repräsentiren. Individuen müssen natürlich existiren, denn sonst ist die Species nicht vertreten, aber es ist ganz gleichgiltig, durch welche Individuen dieselbe vertreten wird, sie allein beharrt in dem ewigen Wechsel, in dem immer wiederholten Entstehen und Vergehen der Einzelwesen. Der Erkenntniss, dass der Natur an der Erhaltung oder gar an dem Wohlbefinden der Individuen gar nichts gelegen ist, dürfen wir uns nicht verschliessen. Wenn wir einen Organismus betrachten, so erscheint er uns als ein wundervolles Kunstwerk und leicht sind wir zu dem Glauben geneigt, dass seine Entstehung auch einer Mühe und eines Aufwandes bedarf, wie es bei der Herstellung eines von Menschen gemachten Kunstwerkes der Fall ist. Wenn aber der Keim und damit auch der Drang zum Leben vorhanden ist, so entsteht der Organismus ganz von selbst, spielend, ohne Mühe, ohne Aufwand. Weil es aber der Natur, so zu sagen, nichts kostet, immer neue Organismen hervorzubringen, so verfährt sie auch verschwenderisch mit ihnen und bekümmert sich nicht darum, ob mit einem Schlage Tausende vernichtet werden, wenn nur noch Keime übrig bleiben, aus denen Neue entstehen können. Ist aber also der Natur nichts an dem Untergange des Individuums gelegen, so noch viel weniger daran, dass es ihm während seiner Existenz gut gehe: nur so weit wird es mit dem Nöthigsten ausgestattet, dass es

sich eben erhalten und für die Erhaltung der Art sorgen kann. Betrachten wir den Baum mit seinem starken Stamm und seiner herrlichen Laubkrone, so erscheint er uns leicht als das Bild üppiger Lebensfülle, aber der Botaniker weiss, dass die Organisation auch dieses Baumes auf äusserster Sparsamkeit beruht. Seine Blätter sind so gebaut, dass sie mit möglichst wenig Aufwendung von Material möglichst viel Chlorophyllkörner dem Lichte darbieten, sie sind so gestellt, dass sie sich möglichst wenig beschatten und das Licht ausnutzen, damit nur ja keines überflüssig an dem Baume vorhanden sei. Die Blätter reichen nur hin, den Bedarf an Substanz einer so grossen Pflanze, wie eines Baumes, zu decken, wenn sie so gebaut und so gestellt sind, dass sie das Sonnenlicht auch wirklich ausnutzen können; sie müssen immer thätig sein, so lange es Tag ist, um das nothwendige Material zu liefern für das Dicken- und Längenwachstum der Wurzeln und des Stammes, für die Anlage neuer Triebe und vor Allem auch für die Produktion von Blüthen und Früchten. Wie mit dem Assimilationssystem, so ist es auch mit dem Leitungs- und dem Festigungssystem, sodass der ganze Bau dieser Gewebe uns nur von dem Gesichtspuncte aus verständlich wird, wenn wir annehmen, dass die angedeuteten Zwecke mit Aufwendung von möglichst wenigem Material erreicht werden sollen.

Ganz anders ist es, wenn es sich um die Erhaltung der Species handelt: da herrscht Freigebigkeit, ja sogar Verschwendung. Der Fülle der Blüthen entspricht ein grösserer oder geringerer Fruchtansatz, oft ein verhältnissmässig sehr geringer; wie viele von den Samen werden nutzlos ausgestreut und wie wenige gelangen unter Bedingungen, unter denen sie keimen und heranwachsen können [1]).

---

1) Man wird freilich hier einwenden können, dass, um nur eines oder wenige neue Exemplare zu erhalten, bei der Unsicherheit des Fruchtansatzes und der Keimung die Natur so unverhältnissmässig viele Blüthen und Samen

Es gibt aber in der Natur viele Pflanzen, deren ganzes Wachsthum nur dahin zielt, Blüthen und Früchte anzusetzen und wenn sie dies gethan haben, selbst zu Grunde gehen. Es ist bekannt, dass die Gärtner bei einigen Pflanzen, z. B. Orchideen, unter Umständen die Blüthenanlagen oder wenigstens einen Theil derselben entfernen müssen, wenn sie das Exemplar erhalten wollen, welches sich sonst „todt blühen" würde. Schärfer kann der Gegensatz zwischen dem Wohl des Individuums und dem der Species nicht ausgesprochen werden. In der Natur blühen sich



Fig. 1. *Corypha Gebanga,* ein Exemplar vor dem Blühen, ein blühendes und eines, das nach dem Blühen abgestorben ist. (Nach Blume, Rumphia.)

bilden musste, aber gerade dass die Einrichtungen solche sind, spricht dafür, dass sie hier nicht mit einer Sparsamkeit verfahren ist, wie bei der Ausstattung des Individuums.

nun eine ganze Menge Pflanzen regelmässig todt, nämlich alle sogenannten hapaxanthischen (einmal blühenden) Pflanzen. Die *Corypha*-Arten (Fig. 1) sind hohe, stolze Palmen, aber sie leben nur so lange, bis ihr einziger Vegetationspunct durch die Thätigkeit der Wurzeln und Blätter, die die Nahrung aufnehmen und bereiten, und des Stammes, der den Saft zuführt, kräftig genug geworden ist, um den gewaltigen Blüthenstand zu bilden; dieser kommt „aus dem Herzen" und daran muss der Baum sterben, mögen die Blüthen Früchte angesetzt haben oder nicht.

Die einjährigen Pflanzen bilden ihre Blätter und Wurzeln nur so weit aus, dass das zur Entwicklung der Blüthen und Früchte nothwendige Material gewonnen werden kann: mit der Fruchtreife vertrockenen allmählich die Blätter und nach derselben geht die ganze Pflanze ein. Es sind darum auch meist kleine Pflanzen, die sich nothdürftig bis zur Fruchtreife erhalten. Das unscheinbare Pflänzchen *Stellaria media,* unser sogenannter Hühnerdarm, blüht und fruchtet sogar mehreremale während einer Vegetationsperiode und, gehen wir gar zu den niederen Pflanzen über, da finden wir bei manchen Pilzen, z. B. *Pilobolus,* eine rasche Entwicklung in wenigen Tagen, die mit der Ausbildung der Sporen ihr Ende erreicht, aber immer von neuem wieder durchlaufen werden kann, wenn die Sporen ein zur Keimung günstiges Substrat finden. Diese Pflanzen aber, die so gar nicht für sich selbst sorgen, die sich so ganz in der Sorge für die Fortpflanzung aufopfern, sie repräsentiren die Species durch zahllose, immer neue Individuen und gerade unser Hühnerdarm gehört zu den fast über die ganze Erde verbreiteten Unkräutern. Im Gegensatze hierzu stehen die meisten Bäume: viele unserer nordischen Waldbäume leben Decennien nur für die Erhaltung ihres Individuums, bevor sie Blüthen und Früchte ansetzen (vergl. Kap. III). Sie thuen dies dann viele Jahre lang immer wieder, aber im regelmässigen Verlaufe der Dinge entwickeln sich aus den Keimen nur wenige

neue Pflanzen. Wenn aber ein Baum Jahrhunderte, ja Jahrtausende alt wird, so repräsentirt er eben während dieser Zeit die Species, wozu bei den einjährigen Pflanzen ebensoviele Generationen nothwendig sind, wie der Baum Jahre lebt. Die californische Riesenfichte, 1000 Jahre alt, 140 Meter hoch, 35 Meter im Stammumfang, ist nur in wenigen Exemplaren vorhanden, der Hühnerdarm, ein wenig Zoll hohes Kraut von Monat-langer Dauer, ist in zahllosen, sich immer erneuernden Exemplaren weit verbreitet: welches aber von diesen beiden vertritt die Species in der besseren Weise? [1])

Wenn eine Pflanze sehr alt wird, so ist dies ein Zeichen dafür, dass sie hinlänglich geschützt ist gegen die Angriffe der Witterung, der Winde, der feindlichen Organismen, dass sie genügende Nahrung an ihrem Standort vorfindet, kurz dass die Bedingungen zur Erhaltung des Individuums erfüllt sind: in diesem Falle hat sie natürlich um so weniger nöthig, an die Fortpflanzung zu denken. Dagegen sehen wir oft, dass das Eintreten ungünstiger Lebensbedingungen die Production der Fortpflanzungsorgane hervorruft; wenn die Erhaltung des Individuums bedroht ist, dann muss es an die Erhaltung der Art denken. Wir werden im II. Kapitel diese Umstände näher betrachten und werden auch sehen, wie in der Praxis von dieser Regel Gebrauch gemacht wird. Hier gilt es nur den Grundgedanken hervorzuheben und zu betonen, dass derselbe uns zur Erklärung mancher Erscheinungen dienen kann. Man hält dies vielleicht für überflüssig, allein ich will ein Beispiel anführen, das zeigt, wie das Ausserachtlassen dieses Gedankens zu ganz verkehrten Anschauungen führen kann.

In einem kleinen Aufsatze über die Beziehungen der Flechten zu den Pilzen (Hedwigia 1895 p. 195) zieht Lindau

---

1) Ich glaube, dass für den, der ein wenig tiefer nachzudenken versteht, der Begriff der Unvergänglichkeit sich viel eher an die Betrachtung der letzteren als der ersteren Pflanze knüpfen wird.

aus dem Umstande, dass bei den Flechtengonidien, also den im Flechtenthallus eingeschlossenen Algen, die fructificative Vermehrung unterbleibt, den Schluss, dass die Algen sich innerhalb der Flechte in einem unnormalen und geschädigten Zustande befinden, dass also der Pilz auf den Algen parasitire. Gleichwohl sagt er selbst von der Alge: „sie theilt sich anscheinend ganz normal, bringt häufig ihre Zellen zu ansehnlicherer Grösse als die freilebende Form und übertrifft sie auch in den meisten Fällen durch die Lebhaftigkeit der Theilungen". Der richtige aus solchem Verhalten der Alge zu ziehende Schluss würde aber sein, dass die Alge sich in ihrem Zustande wohl genug befindet, um nicht an Fortpflanzung denken zu müssen; sie bekommt von dem Pilz, in dem sie parasitisch lebt, soviel Material zugeführt, dass sie von der durch ihre Assimilationsthätigkeit gebildeten Substanz dem Pilze wieder abgeben kann [1]).

Es ist also unrichtig zu sagen, dass eine Pflanze, wenn sie nicht zur Fructification schreitet, „in ihren Lebensfunctionen alterirt" sei, denn die Fructification und die vegetativen Processe sind keine gleichwerthigen Lebensfunctionen, sondern stehen in einer gewissen Concurrenz zu einander: je besser und ungestörter die vegetativen Processe verlaufen, um so weniger ist Gefahr für die Existenz des Individuums vorhanden, um so weniger braucht für dessen Ersatz durch andere gesorgt zu werden; die Fortpflanzung ist aber weiter nichts als ein Ersetzen des alten Individuums durch neue.

---

1) Natürlich bezieht sich das besonders auf Flechten mit heteromerem Thallus, deren Pilze ja wie andere saprophytische Pilze auch ohne Algen gedeihen können, wenn das Substrat organische Substanzen enthält, wie es Möller in seinen gonidienfreien Flechtenculturen gezeigt hat; die in dem Pilzthallus eingeschlossene Alge aber muss ihre Nahrungsstoffe, ausser der Kohlensäure, vom Pilze beziehen. Bei andern Flechten tritt ein mutualistisches Nahrungsverhältniss ein und bei Formen, wie *Coenogonium*, erscheint der Pilz wirklich als Parasit auf der Alge.

Es giebt aber verschiedene Arten der Fortpflanzung, nämlich ausser der durch Keime, wie wir sie bisher im Auge gehabt haben, auch eine durch Knospen. Die letztere, die wir auch vegetative Vermehrung oder Propagation nennen, tritt nicht immer in einen solchen Gegensatz zum individuellen Leben, wie die durch Keime. Den Unterschied zwischen der Vermehrung durch Keime und der durch Knospen findet man gut dargelegt in Hanstein's Abhandlung über *Caelebogyne*. Dass ich hier die Sache wieder vorbringe und besonders betone, scheint mir nicht ungerechtfertigt zu sein, denn man hat sie meiner Ansicht nach zu sehr ausser Acht gelassen und begeht einen Fehler, wenn man den Unterschied nicht in diesem Punkte sucht, sondern darin, ob die neue Pflanze auf sexuellem Wege oder ungeschlechtlich entstanden sei. Die Unterscheidung zwischen der Fortpflanzung durch Keime und der durch Knospen steht ganz im Einklang mit der vorher dargelegten Auffassung von der Erhaltung des Individuums und der der Species.

Diejenigen, welche glauben, dass man das Hauptgewicht darauf legen müsse, ob die Vermehrung geschlechtlich oder ungeschlechtlich erfolge, haben jedenfalls vorwiegend die Blüthenpflanzen im Auge gehabt, bei denen die Keime regelmässig auf sexuellem Wege gebildet werden und die ungeschlechtliche Vermehrung eine rein vegetative ist. Wie man aber die Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei den Blüthenpflanzen nur versteht, wenn man sie von der der Sporenpflanzen und in letzter Linie von der Schwärmsporencopulation ableitet (Kap. V), so wird auch der Unterschied zwischen Keimen und Knospen viel klarer, wenn man sein Augenmerk zunächst auf die Kryptogmen richtet. Es ist bekannt, dass es Schwärmsporen gibt, welche je nach Umständen sich direct weiter entwickeln können oder durch paarweise Copulation eine entwicklungsfähige Zygospore liefern. Für die Beschaffen-

heit des neuen Individuums ist es ebenso gleichgiltig, ob es aus einer einzelnen Schwärmspore oder aus einer Zygospore entstanden ist, wie es für die Mutterpflanze gleichgiltig ist, ob die von ihr erzeugten Schwärmer copuliren oder nicht: bei der Entstehung der Schwärmer verjüngt sich der Inhalt ihrer Zellen, tritt aus und lässt die Membranen leer zurück, und wenn der grösste Theil der Zellen oder gar alle auf diese Weise verbraucht worden sind, so ist die Existenz der Mutterpflanze zu Ende oder mindestens gefährdet. So sehen wir z. B. den Thallus einer *Bulbochaete* (Fig. 2) grösstentheils aus entleerten Zellen bestehen, weil die Protoplasmakörper als Schwärmsporen ausgetreten sind; wir sehen aber auch die durch Copulationsschläuche verbundenen Fäden von *Spirogyra* aus lauter entleerten Zellen bestehen, weil die Protoplasmakörper sich paarweise zu den Zygosporen verbunden haben, die frei in den leeren Zellen des einen Fadens liegen. Solche Fälle, wie sie bei einfach gebauten Algen zu beobachten sind, zeigen uns recht deutlich, dass die Sexualität ein secundärer Vorgang, das wichtige aber die Art und Weise ist, wie der Keim entsteht, nämlich durch Verjüngung vorhandener Zellen unter Beeinträchtigung des Wachsthums der ursprünglichen Pflanze.

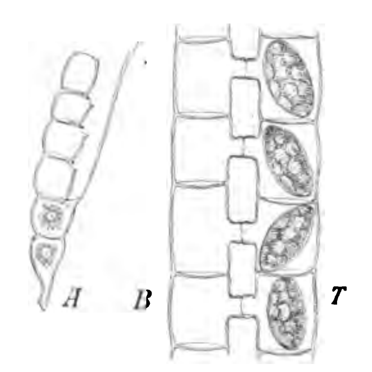


Fig. 2. *A* Pflänzchen von *Bulbochaete pygmaea*, dessen Zellen zum grösseren Theil durch Schwärmsporenbildung entleert sind. *B* Zwei Fadenstücke von Spirogyra spec. in Copulation, der linke Faden mit leeren Zellen, der rechte mit Zygosporen. (N. d. N.)

Die Entstehung des Keimes durch Zellverjüngung kann eine einfachere oder complicirtere sein. Die einfachste ist die von *Bulbochaete* und anderen Algen, wo der Inhalt einer Zelle ohne weitere Theilungserscheinungen zur Schwärmspore wird,

die complicirteste ist die bei den Angiospermen, wo das Ei aus dem Kern des Embryosackes entsteht. Dazwischen liegen die verschiedenen Bildungsarten der Schwärmsporen, Gameten, Sporen, Eier und Antherozodien, die theils durch Vollzellbildung, wie die Eier in den Archegonien, theils durch freie Zellbildung, wie die Askosporen im Askus entstehen. Es brauchen die einzelnen Verhältnisse hier nicht geschildert zu werden, sondern es soll nur noch auf einzelne Punkte aufmerksam gemacht werden. Zunächst verdienen nämlich die acrogen abgeschnürten Conidien der Pilze, also einschliesslich der Basidiosporen, erwähnt zu werden, die doch biologisch den in Sporangien oder Schläuchen erzeugten Pilzsporen offenbar gleichwerthig sind, aber ohne Zellverjüngung zu entstehen scheinen; dass auch bei ihnen eine Verjüngung und zwar eine Vollzellbildung eintritt, wobei die Wände von Mutter- und Tochterzellen eng aneinanderschliessen oder auch ganz mit einander verwachsen, hat de Seynes[1]) wahrscheinlich gemacht; es ist noch nicht entschieden, ob es wirklich überall stattfindet und bei der oft ausserordentlichen Kleinheit der Gebilde wohl auch schwierig nachzuweisen. Ferner ist zu erwähnen, dass zu diesen echten Keimen, die durch Verjüngung entstehen, nach Göbel's Untersuchungen[2]) auch die sogenannten Brutkörper von *Aneura multifida* zu rechnen sind, da sie nur aus dem Inhalte der Zellen des Laubes entstehen und das Zellgerüst des Sprosses, also die leeren Membranen, erhalten bleiben. (Fig. 3). Es ist dies insofern interessant, als es einen, wie es scheint, einzig dastehenden Vorgang bei den Lebermoosen bildet, welcher noch der Schwärmsporenbildung bei den Algen

1) In einer 1886 zu Paris erchienenen Arbeit, die ziemlich ausführlich im botanischen Centralblatt 1887, Bd. XXXI, p. 67 referirt worden ist.

2) Die Muscineen, in Schenk's Handb. d. Bot., Bd. II, p. 337. Ebenso ist es nach G. Ruge's Untersuchungen bei einer von Göbel in Tovar gesammelten *Aneura* spec., auf welche sich die der Ruge'schen Abhandlung entlehnten Abbildungen in Fig. 3 beziehen (s. Flora 1893, p. 307).

entspricht: ein *Coleochaete*-Thallus, dessen Zellen theilweise als Schwärmsporen ausgeschlüpft sind und ein *Aneura*-Thallus, dessen Zellen als Brutkörper ausgestossen worden sind, zeigen eine unverkennbare Analogie.

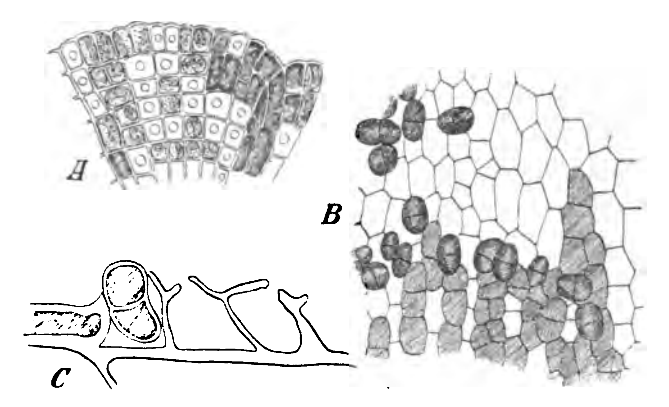


Fig. 3. *A* Stück eines Thallus von *Coleochaete scutata*, der in Schwärmsporenbildung begriffen ist. *B* Stück eines Thallus von *Aneura* spec., von oben, mit Brutknospenbildung. *C* Querschnitt durch denselben, das Austreten der Brutknospen zeigend. (*A* nach Pringsheim, *B* und *C* nach G. Ruge.)

Also die Keime entstehen durch Zellverjüngung und die verjüngten Zellen sind direct fähig, sich weiterzuentwickeln oder es copuliren zwei so gebildete Zellen und erst das Copulationsproduct kann zur neuen Pflanze auswachsen. Von der Zelle des Mutterthallus, in der sich die Keimbildung vollzogen hat, bleibt oft nur die leere Membran zurück und so kann ein kleinerer oder grösserer Theil der Mutterpflanze dabei aufgebraucht werden, wie wir dies bei Schwärmsporen bildenden Algen und Conjugaten sehen. In anderen Fällen wird ein complicirter Apparat von der Pflanze aufgebaut, in welchem nur gewisse Zellen die Keime liefern, der übrige und bei weitem grösste Theil des Gewebes in verschiedentlicher Hinsicht diesen Zwecken der Vermehrung durch Keime dient, wie wir es an den Inflorescenzen der Blüthen-

pflanzen und den Fruchtkörpern der grösseren Pilze sehen. Wir können recht wohl den Fruchtkörper eines Pilzes, etwa einer Morchel, mit dem Blüthenstande einer höheren Pflanze vergleichen, besonders wenn der letztere auch direct aus dem unterirdischen Stamme, wie etwa bei einem *Amorphophallus* hervorgeht. In beiden Fällen ist ein grosser Aufwand von Substanz nöthig, um die Fortpflanzungsorgane zu erzeugen, die Hauptmasse des Gebildes dient zur Exposition der Samen oder Sporen, zur Anlockung von Thieren mittelst Geruch oder Farbe oder Darbietung von Nahrung, welche Thiere die Bestäubung vollziehen oder die Früchte oder Sporen verbreiten sollen. Sporen und Samen sind Keime in dem Sinne, dass bei ihrer Entstehung eine Zellverjüngung stattgefunden hat; dass jene rein asexuell, diese durch Befruchtung entstanden sind, ist ein secundärer Unterschied, der für die Vermehrung ohne Bedeutung ist. Die Pflanze selbst ist bei der Morchel das Mycelium, welches jedenfalls während der Bildung des Fruchtkörpers seine ganze Kraft auf dieselbe wenden muss und in seinem Wachsthum unterdessen beschränkt ist. Bei *Amorphophallus* kann die Knolle, die einen so grossen Blüthenstand hervorbringen muss, die zu ihrer Ernährung nothwendigen Blätter auch erst erzeugen, wenn sie die Blüthe überstanden und neue Kräfte gesammelt hat. Es wäre gar nicht zu verwundern, wenn das Mycelium oder die Knolle gelegentlich nach der Bildung der Inflorescenzen zu Grunde gingen, indem ihre ganze Kraft durch die Erzeugung der Keime erschöpft wird und somit auch hier die Erhaltung und Ausbreitung der Art auf Kosten der individuellen Existenz gesichert wird.

Bei Moosen und Farnen findet bekanntlich ein regelmässiger Generationswechsel statt und deshalb sind die Verhältnisse hier weniger leicht zu überblicken. Wir haben also bei ihnen zweierlei Keime und zwar sind es die asexuell erzeugten, die Sporen, durch welche die Erhaltung der Art ge-

schieht. Bei den Moosen geht nun regelmässig die ganze sporenbildende Generation nach Ausstreuung der Sporen zu Grunde, ja es kann auch die Moospflanze selbst an der Sporenerzeugung zu Grunde gehen, wie es bei *Buxbaumia aphylla* eintritt. Bei den Farnen muss regelmässig die geschlechtliche Generation für die Entstehung der ungeschlechtlichen geopfert werden; das Prothallium geht ein, während die Farnpflanze sich ausbildet, diese aber kann wiederholt Sporophylle erzeugen.

Im Gegensatze zu der bisher betrachteten Keimbildung findet bei der Vermehrung durch Knospen keine Verjüngung, sondern nur ein Wachsthum unter gewöhnlicher Zelltheilung statt. Die Knospenbildung kann auftreten als eine Produktion von Vermehrungsorganen, die eine gewisse Gestalt und Grösse besitzen und an bestimmten, dazu ausgebildeten Theilen der Pflanze entstehen, wie dies bei den Brutknospen von *Marchantia* oder *Tetraphis* der Fall ist (Fig. 4); oder die Knospenbildung ist von dem gewöhnlichen, vegetativen Wachsthum nicht scharf zu trennen, indem auch das einfache vegetative Wachsthum zur Vermehrung und Ausbreitung der Pflanze führen kann, wie z. B. wenn bei *Marchantia* zwei Gabeläste des Thallus durch Absterben desselben von hinten aus isolirt werden. Bei den Einzelligen fällt Zelltheilung und Vermehrung zusammen, die erstere ist aber nur die Folge des das Maass überschreitenden Wachsthums der Zellen und die dadurch herbeigeführte Vermehrung würde auch unter den Begriff der Knospenbildung

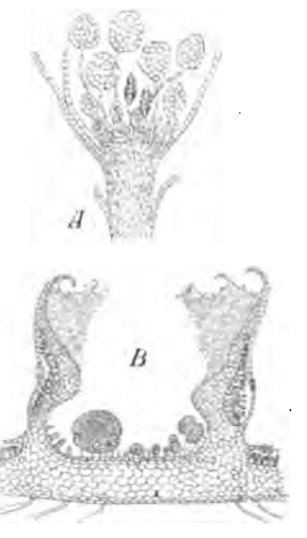


Fig. 4. *A* Längsschnitt durch einen Brutknospenbecher von *Tetraphis pellucida*. *B* Desgleichen von *Marchantia polymorpha*. (*A* nach Sachs, *B* nach Dodel.)

fallen. Bei den Hefezellen wird die neue Zelle wirklich als eine Knospe an der alten angelegt und wächst erst allmählich heran, bei den *Palmellaceen* wird die neue als eine der alten sofort gleichwerthige Zelle durch eine Halbirungswand abgetrennt: vielleicht können wir die *Diatomeen* als ein Zwischenglied betrachten, da bei ihnen, wann die Zelltheilung erfolgt, die eine Zellhälfte mit der grösseren Schalenhälfte auch die grössere neue Zelle gibt, die andere mit der kleineren Schalenhälfte gewissermaassen die abgetrennte Knospe repräsentirt. Da bei den Einzelligen, zu denen die *Siphoneen* nicht zu rechnen sind, die eine Zelle den ganzen vollständigen Organismus bildet, so ist auch die Knospe oder die bei der Theilung neu entstehende Zelle sofort ein vollständiges neues Individuum.

Noch ganz ähnlich den einzelligen Algen verhalten sich die fadenbildenden, deren Fäden aus lauter gleichartigen Zellen

Fig. 5. Fig. 6.

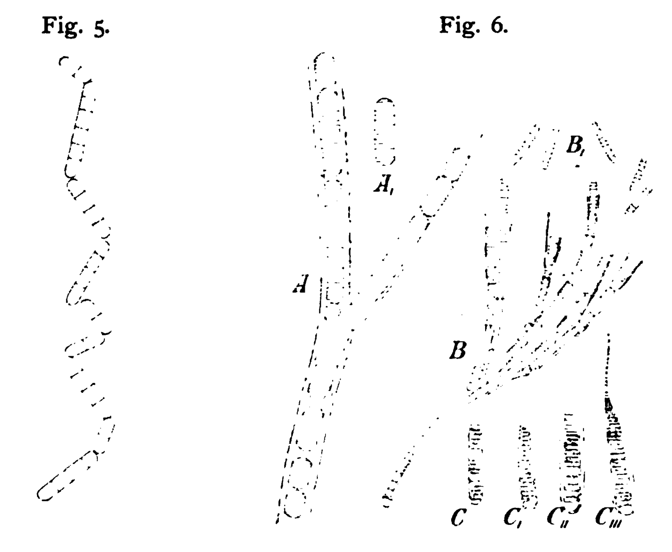


Fig. 5. *Ulothrix nitens*. Ein Fadenstück, im Zerfall begriffen. (Nach Klebs.)

Fig. 6. Hormogonienbildung bei: *A* = *Plectonema Wollei*, *B* = *Rivularia bullata*. *A,* und *B,* einzelne Hormogonien. *C* Entwicklung einer jungen Pflanze von *B* aus einem Hormogonium. (*A* nach Gomont, *B* nach Thuret.)

bestehen und in der Weise auseinanderbrechen können, dass die Fadenstücke ungestört weiterwachsen, wie es bei *Spirogyra-* und *Ulothrix*-Arten vorkommt (Fig. 5). An den Anfang der eigentlichen Knospenbildung bei mehrzelligen Pflanzen können wir die Bildung der Hormogonien bei den fadenförmigen *Cyanophyceen* stellen (Fig. 6). Die Hormógonien sind Fadenstücke, in denen eine besonders lebhafte Zelltheilung stattgefunden hat, welche also durch ein gesteigertes Wachsthum der Mutterpflanze entstanden sind und sich nun von dieser trennen. Wenn die Hormogonien, wie bei *Lyngbya* oder *Rivularia,* aus einer Gallertscheide des ursprünglichen Fadens herausgeschlüpft sind, so bleibt dieser Theil der Scheide zunächst leer und es erinnert dies an die Entleerung der Sporangien durch die Schwärmsporenbildung (oben Fig. 2), es scheint hier also die Mutterpflanze, wie bei der Keimbildung, beeinträchtigt zu werden. Allein die Analogie ist nur eine scheinbare, denn erstens ist die Gallertscheide nicht die eigentliche Zellmembran und zweitens wird der entleerte Theil der Scheide durch nachher eintretendes Wachsthum des Fadens wieder ausgefüllt. Die einzelnen Formen der Knospenbildung für die verschiedenen Abtheilungen des Pflanzenreiches zu schildern, kann hier nicht meine Absicht sein; was zur Knospenbildung zu rechnen sei im Gegensatze zur Keimbildung, ist jedesmal leicht zu entscheiden, wenn man bedenkt, dass bei der ersteren keine Zellverjüngung, sondern ein gesteigertes, von gewöhnlicher Zelltheilung begleitetes Wachsthum stattfindet, wie bei der Anlage eines neuen vegetativen Triebes, die wir ja am Spross der Blüthenpflanzen eine Knospe nennen. Es ist eben die zur Vergrösserung des Individuums führende und die zur Vermehrung der Individuen also zur Erhaltung der Art bestimmte Knospenbildung morphologisch nicht scharf von einander zu trennen, wie wir es z. B. bei der Erdbeere sehen (Fig. 7). Dieselbe treibt bekanntlich von ihrem Stocke aus Ausläufer, oberirdische

Stolonen, welche in einer gewissen Entfernung Wurzel schlagen, Blätter treiben und eine neue Pflanze liefern; wir sehen dann im Umkreise des Mutterstockes eine Anzahl Tochterstöcke, die mit ersterer nur durch je einen Strang verbunden sind: der Strang kann durchgeschnitten werden und wir haben dann soviel einzelne Individuen als Tochterstöcke neben dem Mutter-

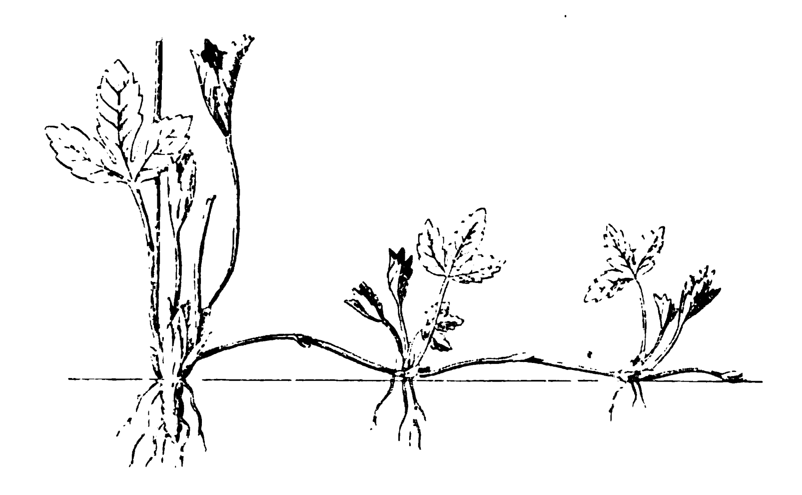


Fig. 7. Entstehung neuer Pflanzen an einem Ausläufer der Erdbeere (nach Seubert).

stock vorhanden waren. Auch wenn der Tochterstock noch mit dem Mutterstock durch den Ausläufer verbunden ist, so sind doch unzweifelhaft jetzt zwei Individuen vorhanden, denn jede Pflanze ist vollständig, besteht aus einem beblätterten und mit Wurzeln versehenen Spross und ist in ihrer Weiterentwicklung von der anderen unabhängig und es können an ihnen Differenzen auftreten, soweit eben solche an zwei Exemplaren derselben Art, resp. Sorte, möglich sind. Ein Erdbeerstock aber, der keine Ausläufer mit neuen Stöcken gebildet hat, kann nicht in mehrere Individuen getheilt werden und ebensowenig eine andere Pflanze, z. B. ein Baum. Was also ein Individuum ist,

sagt sein Name: nämlich ein Körper, der sich nicht theilen lässt und zwar so, dass die Theilung unmittelbar zwei oder mehrere neue vollständige Körper ergibt. Jeder Baum ist desshalb ein Individuum, weil wir ihn ja nicht so theilen können, dass wir direct aus der Theilung zwei neue vollständige Bäume erhalten. Dass wir dagegen seine Zweige zu Stecklingen benutzen und aus ihnen neue Bäume ziehen können, hat damit nichts zu thun: das abgeschnittene Steckreis hat noch keine Wurzeln und diese gehören doch auch zur Vollständigkeit des Baumes.

Also auf Vollständigkeit, nicht auf völlige Gleichheit kommt es an, denn der Tochterstock der Erdbeere kann viel kleiner sein als der Mutterstock, aber er ist vollständig, hat Stamm, Blätter und Wurzeln und der Unterschied gegenüber dem Mutterstock ist nur ein quantitativer. Wenn aber ein Steckling vom Baum genommen wird, so ist der Mangel an Wurzeln bei ersterem ein qualitativer Unterschied gegenüber dem letzteren. Diese Definition dürfte sich ohne Schwierigkeit nicht nur bei Pflanzen, sondern überhaupt bei allen Organismen durchführen lassen, soweit dieselben eine bestimmte Gestalt besitzen und eine bestimmte Lage in Beziehung zu ihrer Umgebung einnehmen. Pflanzen, die ein Lager von unbestimmter Gestalt oder freischwimmende Fäden mit gleichwerthigen Enden bilden, können, wie oben für *Spirogyra* und *Ulothrix* angegeben wurde, so getheilt werden, dass die Theilstücke wieder vollständig sind, denn da alle Zellen gleichartig sind, so fehlt, sobald nur noch zwei Zellen verbunden sind, diesen Theilstücken kein charakteristisches Merkmal, das der ganze Faden hatte.

Es liegen aber gerade hier so einfache und leicht zu bezeichnende Verhältnisse vor, dass eine besondere begriffliche Abgrenzung der Individuen gar nicht erforderlich ist. Die Hauptsache ist eben, dass man von der Anschauung und nicht von Begriffen ausgehe. Nur durch das fehlerhafte Ausgehen von letzteren ist es möglich, einerseits den Baum als eine Co-

lonie, nicht als ein Individuum zu erklären, andererseits in sämmtlichen italienischen Pappeln nur ein Individuum zu sehen. Dass man überhaupt dazu gelangt ist, einen Baum mit einem Polypenstock [1]) zu vergleichen und als eine Colonie von Einzelpflanzen, welche durch die austreibenden Knospen gebildet werden, zu betrachten, ist nur erklärlich aus der Gewohnheit in unseren Breiten, die Bäume in den winterlichen Zustand übergehen und im Frühling neu austreiben zu sehen. Die Unterbrechung der Vegetation durch den Winter ist aber kein normaler Zustand, sondern gewissermaassen ein krankhafter, und nur in Gegenden mit gleichmässig warmem und feuchtem Klima sieht man die Pflanzen sich in normaler Weise entwickeln, wie dies Haberland in seiner botanischen Tropenreise (p. 3.) sehr ansprechend dargelegt hat.

Dass jedes Individuum nur eine begrenzte Lebensdauer aus inneren Gründen hat, ist eigentlich ein Satz, der aus reiner Ueberlegung angenommen werden muss. Denn dass etwas in der Zeit entstehe mit der Fähigkeit, über die Zeit auszudauern, ist ganz und gar widersinnig. Trotzdem scheint es, als ob grosse Bäume, welche Jahrhunderte oder gar Jahrtausende lang bestehen, eigentlich an und für sich die Fähigkeit einer unbegrenzten Dauer hätten und nur durch die Einwirkung äusserer Umstände zum Absterben gebracht würden. Zunächst aber müssen wir bedenken, dass das Leben dieser Baumriesen durch seine Länge doch nur uns Menschen, die wir es mit der menschlichen Lebensdauer vergleichen, in Erstaunen setzt. Ferner sehen wir, dass nur gewisse Baumarten so alt werden, andere aber nicht, woraus denn zu schliessen ist, dass die verschiedenen

---

1) Uebrigens lässt sich auch ein Polypenstock von bestimmter Gestalt nicht in gleiche Theile zerlegen und ist desshalb ein Individuum für sich; ebenso ein Schwamm, der zwar aus zahllosen Einzelwesen besteht, aber eine bestimmte Gestalt, eine Anheftungsstelle und eine gemeinsame Mundöffnung besitzt. Selbst ein *Physophora*stock ist ein Individuum; seine Theile können auch als Individuen auftreten, dann repräsentiren sie aber keine *Physophora*.

Baumarten eine verschieden lange Lebensdauer besitzen, gerade wie die einjährigen Pflanzen, welche theils nur wenige Monate, theils vom ersten Frühjahr bis zum äussersten Spätjahre aushalten [1]). Wir können auch noch auf eine Erscheinung in den Gewächshäusern hinweisen, indem es für eine ganze Anzahl von Pflanzen bekannt ist, dass sie Jahre lang sich gut erhalten, dann aber, obwohl sie in gleicher Weise weiter gepflegt werden und die äusseren Verhältnisse sich nicht ändern, allmählich oder rasch absterben. In der Natur ist jede Pflanze einem mehr oder weniger harten Kampfe ums Dasein ausgesetzt und ihr Tod ist, wie der der Thiere, meistens ein gewaltsamer. Kein Baum bleibt von den Angriffen der Pilze und Thiere, von den Unbilden der Witterung verschont: wie lange er diesem Angriffe widersteht, hängt theils von deren Stärke, theils aber auch von seiner ihm innewohnenden Widerstandskraft ab. Diese letztere nimmt, von einem gewissen Zeitpunkte an, der für jede Species innerhalb gewisser Grenzen liegt, ab und mit dieser Abnahme tritt die Altersschwäche, mit ihrem Aufhören der Tod ein. Jedes Individuum ist also der Altersschwäche und dem Tode unterworfen, wie es einen Anfang und eine Entstehung hat. Das Leben der Species, wenn man sich so ausdrücken darf, beruht nun darauf, dass die Individuen nicht gänzlich untergehen, sondern sich in der embryonalen Substanz forterhalten, ja dieselbe kann sogar die Species überleben, da die neuen Arten aus den alten hervorgehen und diese aussterben können [2]). Bei der Vermehrung durch Keime sowohl wie auch durch Knospen ist also immer die embryonale Substanz der Träger der Entwicklungsfähig-

1) Man vergleiche den Aufsatz von A. Burgerstein: „Ueber Lebensdauer und Lebensfähigkeit der Pflanzen“ in der Wiener illustrirten Gartenzeitung, Juni 1895.

2) So ist also, empirisch genommen, auch die Species nicht unsterblich, sie ist noch keine Platonische Idee, allein im Vergleich zu den Individuen stellt sie doch das Beharrende im Wechsel dar.

keit des neuen Individuums und insofern ist nicht abzusehen, warum die durch Knospen erfolgende Vermehrung eher zum Untergange der Art (resp. Varietät, Sorte) führen soll als die durch Keime. Da wir im II. Kapitel auf diesen Punkt noch einzugehen haben, so soll er hier nur berührt werden und wir haben nur noch daran zu erinnern, dass eine Trennung in embryonale und vergängliche Substanz oder embryonales und vergängliches Gewebe nicht bei allen Organismen eingetreten ist. Es fehlt diese Trennung bei den einzelligen Organismen oder vielmehr sie ist hier nicht an einem, sondern erst an mehreren Individuen bemerkbar: wir können uns vorstellen, dass von den zwei Zellen, in die sich die ursprüngliche Zelle, der Organismus also, theilt, die eine dem Untergang geweiht ist, die andere sich weiter theilt, was natürlich in der Natur nicht mit solcher Regelmässigkeit erfolgt; in Wirklichkeit müssen nur, wenn auch tausende, die die vergängliche Substanz repräsentiren, untergehen, immer einige als Repräsentanten der embryonalen Substanz übrigbleiben, wenn die Species sich erhalten soll. Dies besagt die sogenannte Unsterblichkeit der Einzelligen, in der wir nichts zu sehen haben, was von den Verhältnissen bei den Mehrzelligen principiell verschieden wäre, indem auch bei ihnen sich immer wenigstens einige Zellen der embryonalen Substanz erhalten müssen. Diese Erscheinung hat bekanntlich Sachs als die Continuität des Keimplasmas bezeichnet und damit in klare Begriffe gebracht, was vielleicht schon von den Stoikern unter dem *λογος σπερματικος* gemeint war. Schopenhauer[1]) sagt nämlich von diesem Begriff, den er einen schönen und tiefsinnigen nennt, dass, wenn auch ausführlichere Berichte über ihn zu wünschen wären, doch soviel klar sei, „dass dadurch das gedacht wird,

1) Fragmente zur Geschichte der Philosophie, § 6 in: Parerga und Paralipomena.

was in den successiven Individuen einer Gattung (Species) die identische Form derselben behauptet und erhält, indem es von einem auf das andere übergeht; also gleichsam der im Samen verkörperte Begriff der Gattung."

Auch diese letzten Betrachtungen über die Grenze des Individuums in Raum und Zeit scheinen mir nicht überflüssig zu sein, wenn es sich um die Darlegung der Verhältnisse handelt, welche dazu dienen, die in vergänglichen Individuen sich repräsentirende Species zu erhalten. Die Mittel, welche die Natur dazu verwendet, sind, kurz zusammengefasst, folgende. Zunächst kann das Individuum trotz seiner Vergänglichkeit doch verhältnissmässig lange Zeit aushalten: die langlebigen Bäume, die gewöhnlich erst spät anfangen, durch Samenbildung für die Erhaltung und Verbreitung der Species zu sorgen. Sodann finden wir in der Knospenbildung ein Wachsthum über die Grenzen des Individuums hinaus, wodurch bei Unterbrechung der Verbindung neue Individuen entstehen. Drittens beruht die Erhaltung der Art auf der Bildung von Keimen, welche auf Kosten des individuellen Wachsthums entstehen und theils ungeschlechtlich sind, theils durch einen Sexualact erzeugt werden: hier kann es soweit kommen, dass das ganze Individuum der Erzeugung dieser Keime geopfert wird.

Als Hauptzweck im Leben der Organismen, vom Menschen natürlich abgesehen, müssen wir doch die Erhaltung und die Ausbreitung der Species ansehen, d. h. ihr zeitliches Fortbestehen und ihre räumliche Entfaltung oder die Erzeugung neuer Individuen an Stelle der vergehenden und die Vermehrung der Individuen. Von diesem Standpuncte aus hat es nur eine untergeordnete Bedeutung, dass zur Entstehung gewisser Keime eine Vereinigung zweier Individuen nothwendig ist; wir könnten uns wenigstens vorstellen, dass die angegebenen Zwecke auch ebenso gut erreicht würden, wenn alle Keime rein asexuell entständen. Allein wir müssen annehmen, dass die

asexuelle Fortpflanzung nicht genügt, wenn wir uns die oft äusserst complicirten Einrichtungen der Natur zur Ermöglichung der Vereinigung zweier Geschlechter vergegenwärtigen. Es muss wohl eine grosse Bedeutung darin liegen, dass zwei vorher getrennte Substanzen, an denen die vererblichen Eigenschaften ihrer Erzeuger haften, zusammenkommen und ein neues Individuum mit einem Gemisch dieser beiderseitigen Eigenschaften erzeugen. Wir werden im V. Kapitel die Versuche kennen lernen, die zur Erklärung davon gemacht worden sind, werden aber auch das Ungenügende derselben zugeben müssen. Vielleicht hat es damit eine Bewandtniss, die nur für den Menschen gilt, in dem allein die tiefere Bedeutung des Lebens zur Geltung kommt und bei dem allein jedes Individuum von Bedeutung ist. Es scheint der Natur aber nicht möglich gewesen zu sein, sogleich den Menschen zu erschaffen, sondern es musste von den niedersten Erscheinungen der Organismenwelt eine lange Stufenfolge bis zum Auftreten des Menschen durchlaufen werden. In der Organisation seiner Vorläufer findet sich nun schon vieles, was auch dem Menschen eigenthümlich ist. So findet sich auch bei anderen Organismen schon die geschlechtliche Fortpflanzung, welche erst im Menschen ihre wahre Bedeutung erhält [1]). —

1) Vergl. Schopenhauer, Welt als Wille und Vorstellung, II. Bd., 3. Aufl., p. 604.

KAPITEL II.

Ueber die Folgen von beständiger vegetativer Vermehrung der Pflanzen[1]).

Wir sind am Schlusse der Einleitung zu der Annahme gelangt, dass der geschlechtlichen Fortpflanzung eine grosse Bedeutung im Leben und in der Entwicklung der Organismen zukommen muss. Bei den Wirbelthieren ist sie die alleinige Art der Fortpflanzung überhaupt geworden und bei den Blüthenpflanzen die einzige Art der Vermehrung durch Keime, da eine parthenogenetische Entwicklung des Eies nirgends sicher nachgewiesen ist. Bei manchen Blüthenpflanzen, z. B. vielen *Coniferen*, ist die Fortpflanzung durch Samen die einzig mögliche, während bei vielen anderen neben dieser noch eine Vermehrung durch Knospen, also vegetative Vermehrung stattfinden kann. Wir haben schon gesehen, welcher Unterschied zwischen Keim- und Knospenbildung besteht, dass nämlich bei ersterer eine Zellverjüngung stattfindet, bei letzterer dagegen ein Wachsthum über die Grenzen des Individuums hinaus. Aus dieser Zellverjüngung, einem Begriff, der in morphologischer Hinsicht ganz klar zu präcisiren ist, hat man nun den Begriff der Verjüngung des Pflanzenlebens im Allgemeinen abgeleitet und sich vorgestellt, dass eine aus einem Keime, bei

---

1) Conf. Biologisches Centralblatt, Bd. XI, No. 5 u. 6, 1891.

den Blüthenpflanzen also aus dem Samen, entstehende Pflanze ein mit frischen Kräften ausgestattetes Individuum sei und dass, wenn die Vermehrung durch Samen erfolge, die Art in jeder neuen Pflanze sich wieder verjünge und sich so ungeschwächt forterhalten könne. Dagegen erfolge bei der vegetativen Vermehrung keine Verjüngung, sie sei nur eine Verlängerung des individuellen Lebens und, wie das Leben des Individuums beschränkt sei, so müsse auch hier eine Grenze der Weiterentwicklung bestehen. Die Anhänger dieser Ansicht fassen somit alle Pflanzen, die durch Propagation von einer aus einem Samen entstandenen Pflanze abgeleitet werden können, als ein Individuum auf und bezeichnen diese Gesammtheit als eine „Sorte“ [1]; wie das Individuum allmählich altersschwach wird, so würde es auch die Sorte und diese müsse schliesslich durch Altersschwäche aussterben.

Hiergegen lässt sich nun verschiedenes geltend machen. Zunächst ist auf das zu verweisen, was in der Einleitung über den Begriff des Individuums gesagt worden ist. Wir müssen Schleiden [2]) Recht geben, wenn er sagt: „Ich meine, der gesunde Menschenverstand wird es immer lächerlich finden, wenn man ihm zumuthet, die 2000 Pappeln einer meilenlangen preussischen Chaussee für Ein fortgesetztes Individuum anzusehen“. Die hier gemeinten Pyramidenpappeln, die nur durch Stecklinge fortgepflanzt werden, wird also jeder unbefangene Beurtheiler ebensogut für einzelne Individuen erklären, als andere aus Samen erwachsende Bäume. Begründet wird diese Anschauung noch dadurch, dass die aus vegetativen Theilen älterer entstandenen neuen Pflanzen auch wirklich neue Eigen-

1) Dies ist die Definition der Sorte von C. F. W. Jessen in seiner noch oft zu citirenden Abhandlung: „Ueber die Lebensdauer der Gewächse“. Eine gekrönte Preisschrift (Verhandlungen der kaiserl. Leopoldinisch-Karolinischen Akademie der Naturforscher, 1855, Bd. XXV, I. p. 63—248) l. c. p. 193.

2) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, 4. Aufl. (1861) p. 643.

schaften annehmen können; sie zeigen oft gewisse Differenzen von ihrer Stammpflanze, wie es ebenso die Sämlinge gegenüber ihrer Mutterpflanze thun. Diesen Umstand finden wir auch bei Sorauer hervorgehoben, der sich darüber in einem die angebliche Degeneration der Culturpflanzen behandelnden Aufsatze[1]) folgendermaassen äussert: „Von den durch Samen fortgepflanzten Individuen räumt Jeder ein, dass die Nachkommen in gewissen Eigenschaften von der Mutterpflanze abweichen können, wenn sie auch in den wesentlichsten Merkmalen mit derselben übereinstimmen. Von den ungeschlechtlich vermehrten Culturpflanzen aber ist dasselbe Verhalten ohne Schwierigkeit zu erweisen. Der Gartenbau liefert hierfür die zahlreichsten Beispiele. Wem ist nicht bekannt, dass bei Veredlungen die Unterlage den Charakter des Edelreises oft beeinflusst und dass bei Stecklingen durch veränderte Ernährungsverhältnisse Variationen eintreten können? Wenn also selbst zugegeben wird, dass das zunehmende Alter bei einer Pflanze gewisse Veränderungen in der Entwicklung bedinge, und wenn selbst zugegeben würde, dass diese Veränderungen dem Culturzwecke feindliche wären, also eine geringe Ernte quantitativ oder qualitativ bedingten, so fehlt doch immer noch der Nachweis, dass diese Veränderung bei der Vermehrung sich auf den Sprössling überträgt und erhält".

Ferner ist daran zu erinnern, dass dasjenige, was als lebensfähig von einem Individuum zum andern übergeht, die embryonale Substanz ist, dass auf dieser die Erhaltung der Art beruht. Dieselbe ist aber nicht bloss in dem wirklichen Embryo vorhanden, wie er, aus dem Ei hervorgegangen, in dem Samen eingeschlossen ist, sondern auch in den Knospen, zum mindesten in deren Vegetationspuncten. Denn zur vegetativen Vermehrung können eben nur solche Pflanzentheile dienen,

1) P. Sorauer, Degeneriren unsere Culturpflanzen? (Oesterreichisches landwirthschaftliches Wochenblatt, 1877, No. 27.)

welche einen Vegetationspunct enthalten, oder doch wenigstens lebendige Zellen, die einen solchen bilden können, wie die Blätter der Farne, auf denen sich Adventivsprosse entwickeln. Wenn aber in den Knospen eben so gut wie in den Keimen embryonale Substanz, die nicht der Vergänglichkeit des Individuums unterworfen ist, enthalten ist, so braucht bei der Vermehrung durch Knospen nicht eher eine Altersschwäche einzutreten, als bei der durch Keime.

Allein, wird man mir einwerfen, das Ei besteht nur aus embryonaler Substanz, bei der vegetativen Vermehrung aber wird auch schon ausgebildetes Gewebe von der Mutterpflanze auf die Tochterpflanze übertragen. Inwiefern dieses letztere aber nachtheilig wirken könne, ist eigentlich nicht einzusehen, indem ja doch sich die neuen Theile, Sprosse und Wurzeln, aus der embryonalen Substanz und nicht aus dem fertigen Gewebe bilden. Beim Zuckerrohr z. B. entstehen aus einem Steckreis (Bibit) soviele neue Pflanzen, als Vegetationspuncte an demselben vorhanden waren, während das die erstere tragende alte Stammstück zu Grunde geht.

Es würde nur noch übrig bleiben, die Verjüngung bei der Entstehung eines neuen Individuums aus Samen im Gegensatz zu dem durch vegetative Fortpflanzung entstehenden darin zu suchen, dass der Same, respective der Embryo in demselben das Product einer Befruchtung ist. Diese Auffassung hat einiges für sich und würde die Erscheinung der sexuellen Fortpflanzung überhaupt dadurch zu erklären suchen, dass diese eine „Auffrischung des Blutes“ bedeute, indem eine ganz andere Substanz in die vorhandene eingeführt wird; man würde auch mit Recht annehmen, dass die Auffrischung um so wirksamer sei, je weiter, innerhalb gewisser Grenzen, die Bildungsstätten der zu vereinigenden Substanzen von ihrem gemeinsamen Ursprung her auseinander liegen. Handelt es sich aber, wie Sachs annimmt, nur darum, dass das nuclein-

arme Ei durch den Spermakern mit Nuclein wieder versehen würde, so würde damit zwar die Nothwendigkeit der Befruchtung, aber nicht der Vortheil der Kreuzbefruchtung erklärt werden. Mag dies aber nun sein wie es will — diese Erörterung gehört nicht an diesen Platz — so spricht gegen die Annahme, dass nur durch die Befruchtung eine wirkliche Auffrischung oder Verjüngung erfolge, die ausschliesslich ungeschlechtliche Vermehrung bei ganzen grossen Gruppen von Pflanzen, nämlich bei den meisten Pilzen und bei vielen Algen, besonders den Laminariaceen und den mit ihnen am nächsten verwandten Familien. Niemandem fällt es ein und es liegt dazu auch gar kein Grund vor, bei ihnen eine eintretende Degeneration der Arten anzunehmen. Freilich erfolgt bei ihnen die Fortpflanzung nicht durch Knospen, sondern durch Keime, wie in der Einleitung hervorgehoben wurde, allein was dieser Unterschied für eintretende Degeneration bedeuten könne, das ist soeben als erster Punkt erörtert worden. Geben wir nun auch zu, dass das, was für Algen und Pilze gilt, sich nicht ohne weiteres übertragen lasse auf die Blüthenpflanzen, um die es sich im Wesentlichen handelt, wenn von den nachtheiligen Folgen der fortgesetzten vegetativen Vermehrung die Rede ist, so können wir doch von rein theoretischer Betrachtung der Sache aus nicht zu einem sicheren Urtheil gelangen, dass eine Pflanze der Degeneration verfallen müsste, wenn sie ausschliesslich auf vegetativem Wege vermehrt wird.

Desswegen erscheint es nothwendig, die Verhältnisse der spontan wachsenden und cultivirten Pflanzen, deren Fortpflanzung im Allgemeinen, oder ganz ausschliesslich eine vegetative ist, genauer zu untersuchen und auf empirischem Wege zu ermitteln, ob die so vielfach gehegte Ansicht von den schädlichen Folgen der vegetativen Vermehrung sich bestätigt oder nicht.

Sehen wir nun zunächst zu, ob es in der Natur viele Pflanzen gibt, die sich ausschliesslich oder vorwiegend vegetativ vermehren und ob diese Pflanzen sich in einem Zustande befinden, der als krankhaft bezeichnet werden kann.

„Dass Pflanzen für lange Zeiträume durch Knospen fortgepflanzt werden können ohne die Hülfe einer sexuellen Zeugung, können wir sicher daraus schliessen, dass es bei vielen Pflanzen der Fall ist, welche in einem Naturzustande lange leben geblieben sein müssen.“ Dies sind die Worte Darwin's[1]), mit denen er die Betrachtung einer grösseren Reihe von Beispielen dieser Art einleitet, von denen einige hier wiedergegeben sein mögen. Er weist zunächst auf viele alpine Pflanzen hin, die von einer gewissen Höhe ihres Wohngebietes an keine Samen mehr produciren, sich also nur vegetativ vermehren. Eine besondere Eigenthümlichkeit bieten gewisse Gräser dar, von denen er *Poa* und *Festuca* nennt; wenn dieselben auf bergigen Weiden wachsen, so sollen sie sich fast ausschliesslich durch Zwiebeln fortpflanzen. Bei diesen Gräsern nämlich verwandeln sich oft die ganzen Aehrchen oder die einzelnen Blüthen mit Deck- und Vorspelze in kleinblättrige Laubsprosse, die an der Basis mit Wurzelanlagen versehen sind: dies sind die von Darwin „Zwiebeln“ genannten Organe. Sie lösen sich von der Rispe ab und bewurzeln sich auf dem Boden. Von *Poa stricta* Lindb. z. B. kennt man keine Früchte, sondern alle Pflanzen sind „lebendig-gebärend“ [vivipar[2])]. Bei *Poa bulbosa* L. kommen in gewissen Gegenden nur vivipare, in andern auch früchtetragende Pflanzen vor.

1) Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Uebersetzung von Carus, 2. Ausgabe, 2. Bd., p. 195. Hierher gehört auch Vieles, was Kerner in seinem Pflanzenleben (2. Bd.) in dem Kapitel über Ersatz der Früchte durch Ableger sagt.

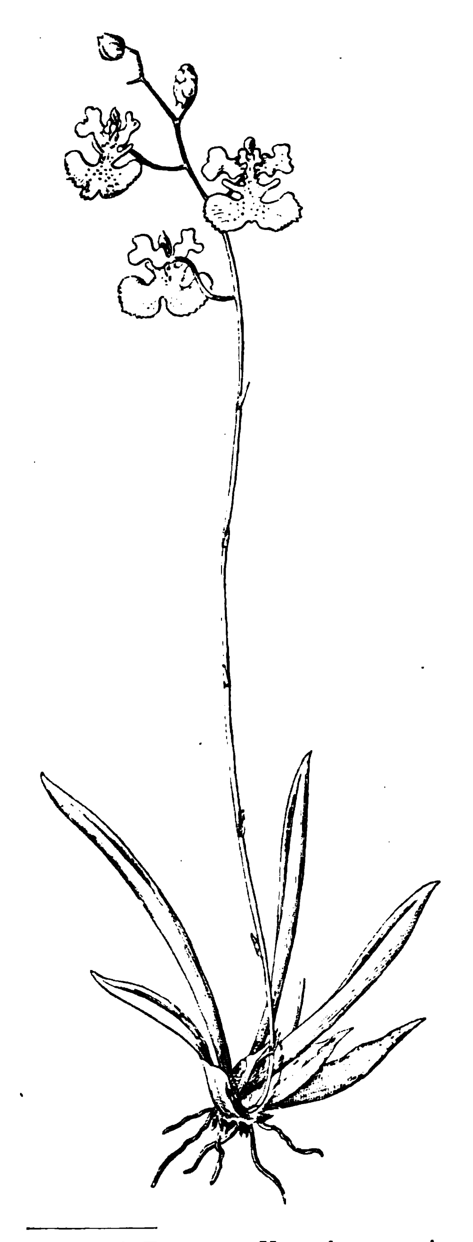
2) So nennt man Pflanzen, die an Stelle von Blüthen in den Blüthenständen Brutzwiebeln oder Brutknospen hervorbringen. Man bezeichnet die Erscheinung auch als Apogamie.

Poa alpina L. und *Festuca ovina* L. sind in Niederungen immer geschlechtlich, in Hochgebirgen und im Norden häufig apogamisch, bei *Festuca Fuegiana* Hook. und *Deschampsia alpina* R. et Sch. ist der geschlechtliche Zustand überhaupt sehr selten [1]). Nach Darwin breitet sich der Calmus (*Acorus calamus* L.) über einen grossen Theil der Erde aus, zeitigt aber seine Früchte so selten, dass diese nur von wenigen Botanikern gesehen worden sind. Letzteres gilt speciell von Mittel- und Westeuropa, wohin er aus südlichen Gegenden eingeführt worden sein soll [2]); seine Verbreitung geschieht hier seit langer Zeit ausschliesslich durch Verzweigung und Theilung der Rhizome, also auf rein vegetativem Wege. Aehnlich ist es bei *Lysimachia nummularia* L. und *Vinca minor* L., die äusserst selten Früchte produciren, aber sich durch ihre Ausläufer bedeutend zu verbreiten wissen. Ausser den Ausläufern besitzt *Ranunculus Ficaria* L. noch andere Vermehrungsorgane in kleinen, mit knollenförmigen Adventivwurzeln versehenen Knospen, die in der Achsel der Laubblätter stehen und sich von der Pflanze ablösen (conf. Fig. 20). Das Kraut derselben ist bereits Ende Mai ganz vertrocknet und die Knöllchen bleiben bis zum nächsten Frühjahr in der Erde liegen, um alsdann zu keimen. Darwin hat diesen *Ranunculus* nur einmal Samen tragend gefunden, während andere angeben, dass er in England, Frankreich und der Schweiz niemals Samen producire. Die Vermehrung von *Ranunculus Ficaria* ist von D. Clos [3]) in einer besonderen Studie behandelt

1) Diese Beispiele sind angeführt nach Hackel's Bearbeitung der Gräser in Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II. Theil, 2. Abtheilung, p. 15.

2) Der Calmus soll erst 1574 von Clusius aus dem Süden in Wien eingeführt worden sein und sich von hier aus nach Norden und Westen verbreitet haben, andere Autoren bezweifeln dies. Man vergleiche auch, was Ludwig in seinem Lehrbuche der Biologie der Pflanzen (1895) p. 542 über den Calmus sagt.

3) Étude organographique de la Ficaire. (Annales des sciences naturelles. Botanique, Sér. III, T. 17, p. 129.)



worden; in derselben wird auch als eine fast immer sterile Pflanze das gemeine Schilfrohr (*Arundo phragmites* L.) erwähnt, das vielfach an Teichufern angepflanzt wird. Man bindet dazu Stücke des langen kriechenden Wurzelstocks an Strohseile und befestigt dieselben so, dass die Wurzelstöcke sich etwas unter Wasser befinden: so bewurzeln sie sich leicht und treiben weiter. Auch von einer Orchidee (*Oncidium Lemonianum* Lindl. auf St. Thomas, Fig. 8) wird angegeben[1]), dass sie nie Früchte trage, sondern sich immer nur durch Brutknospen vermehre, die an den unten am Blüthenstand befindlichen Schuppenblättern an Stelle von Blüthen entstehen. Betreffs weiterer Beispiele von einheimischen und exotischen Pflanzen,

Fig. 8. *Oncidium Lemonianum* (nach Bot. Reg.) im blühenden Zustande, von den vegetativen Vermehrungsorganen ist nichts zu sehen.

1) E. Eggers, Vermehrungsweise von *Oncidium Lemonianum* Lindl. und *Pancratium Cariboeum* L. (Botan. Centralbl., 1882, Bd. VIII, p. 122.)

welche blühen, aber nicht oder nur selten fructificiren, sei auf das Verzeichniss verwiesen, das Decaisne[1]) bereits im Jahre 1858 aufgestellt hat. Hier wollen wir von wildwachsenden Blüthenpflanzen nur noch die *Elodea canadensis* Rich. anführen, von der weibliche Pflanzen zuerst 1836 aus Nordamerika nach Irland gebracht wurden. Sie wurde dann auch im übrigen Grossbritannien und in den meisten Ländern Mittel- und Nordeuropas eingeschleppt. Hier vermehrte sie sich stellenweise — in Deutschland z. B. bei Potsdam und Siegburg — so stark, dass sie durch Verstopfung der Flussläufe für Schifffahrt und Fischerei lästig und deshalb als Wasserpest bezeichnet wurde. Da männliche Pflanzen fehlen, so geschah die Vermehrung immer nur durch Zertheilung der Stengel. Jetzt soll allerdings die Individuenzahl sich verringert haben, doch kann dies eher dem Eingreifen und der Vorsicht der Menschen, als einer Schwächung in der Entwicklung der Pflanze zuzuschreiben sein, denn, wo man sie in Flüssen antrifft, gedeiht sie auf das üppigste[2]).

Ausser den Blüthenpflanzen können wir als Beispiele vegetativer Vermehrung in der Natur auch einige Kryptogamen anführen. „Von mehreren durch Ableger der verschiedensten Art sich erhaltenden und verbreitenden Moosen, wie z. B. *Dicranodontium aristatum, Barbula papillosa, Grimmia torquata, Bryum concinnatum* und *Reyeri,* hat kein Mensch jemals Früchte gesehen. Man kennt sie nur als unfruchtbar, und doch veranlasst das Fehlen der Früchte durchaus nicht ihr Absterben“[3]). Bei anderen Laubmoosen fehlen die Früchte nur

---

1) Note sur la stérilité habituelle de quelques espèces. (Bulletin de la Société Botanique de France, 1858, T. V, p. 154.)

2) Im Sommer 1896 habe ich noch in der Zeitung Klagen aus dem Odenwald gelesen, dass die Wasserpest durch massenhaftes Auftreten fast alle Gewässer verstopfe.

3) Nach Kerner, Pflanzenleben, II. Bd., p. 454, wo auch die folgenden Beispiele von Laubmoosen angeführt sind.

in gewissen Gegenden, in denen ihre Vermehrung lediglich auf Knospenbildung angewiesen ist, wie *Leucodon sciuroides* im nördlichen Europa, *Campylopus fragilis, Barbula fragilis* und *Timmia norvegica* in den Alpen. Von Lebermoosen sei *Lunularia vulgaris* Mich. genannt, die in Deutschland, wo sie seit längerer Zeit eingeführt ist, niemals fructificirt, sondern sich nur durch sogenannte Brutknospen vermehrt; trotzdem bildet sie in den Gewächshäusern ein stark wucherndes Unkraut. Bei manchen Flechten findet man keine Früchte: sie vermehren sich dadurch, dass sich kleine Stücke von ihrem Laube abtrennen, die Soredien genannt werden und die Keime neuer Pflanzen bilden. Die nicht fructificirenden Flechten sind vor den übrigen durch besonders reichliche Soredienbildung ausgezeichnet. Es ist schliesslich noch auf die Algengattung *Caulerpa* aufmerksam zu machen, von der für keine ihrer ca. 70 bekannten Arten Schwärmsporenbildung oder überhaupt eine Vermehrung durch Keime mit Sicherheit bekannt ist: diese Pflanzen vermehren sich nur durch abgerissene Theile, „die ein staunenerregendes Vermögen besitzen, die Wunden zu verschliessen und sich zu regeneriren“ (Wille).

Bei den hier angeführten Pflanzen, welche im natürlichen Zustande, ohne Cultur, wachsen, ist es meistens kaum möglich zu sagen, wie lange sie bei dieser vegetativen Vermehrung gut gediehen sind, da genauere Beobachtungen darüber fehlen. Nur von *Elodea* wissen wir, dass sie seit mehr als 50 Jahren sich in Europa ohne Schaden nur vegetativ vermehrt. Es können also an dieser so wenig wie an den andern Pflanzen Zeichen von Altersschwäche wahrgenommen werden. Jedenfalls zeigen uns diese Umstände, dass die vegetative Vermehrungsweise nicht etwas ganz Widernatürliches ist und dass sich in ihr die Cultur keines Mittels bedient, das nicht auch von der Natur angewendet wird.

Was nun die Culturpflanzen betrifft, so haben wir auch unter ihnen solche, die nur oder wenigstens seit einem sehr langen Zeitraum vegetativ vermehrt worden sind, ohne dabei Zeichen von Altersschwäche zu geben.

Das beste Beispiel dieser Art ist die Banane (*Musa sapientium* L.). Bekanntlich wird dieselbe jetzt in vielen Spielarten überall in der heissen Zone cultivirt, und zwar seit einer Zeit, die nicht mehr festzustellen ist[1]). Nach der Sage liess Gott, als er die ersten Menschen schuf, auch die Banane aus dem Boden hervorsprossen: jedenfalls hat sich die Pflanze gleichzeitig mit den Menschenrassen ausgebreitet. Sie ist also als eine der ältesten Culturpflanzen anzusehen. Ihre Vermehrung geschieht seit undenklichen Zeiten nur durch Sprösslinge, die aus dem unter dem Boden befindlichen Rhizome hervorkommen (Fig. 9). Nur sehr selten bringt sie Samen hervor und selbst wenn dies geschieht, so scheinen sie doch niemals zu Culturzwecken ausgesäet zu werden. Wenn bei irgend einer Pflanze, so würde

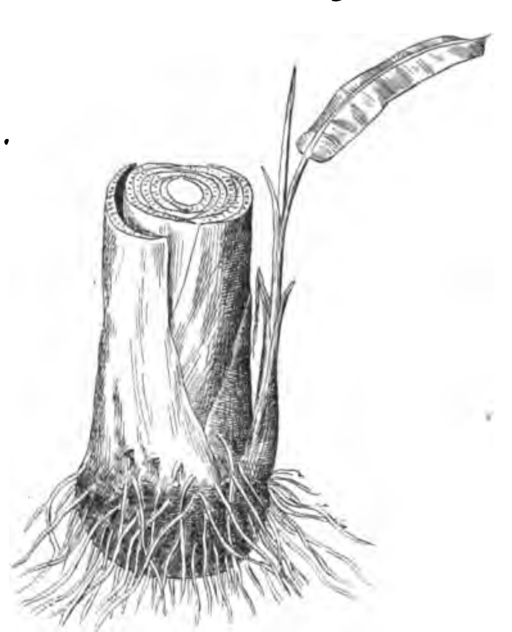


Fig. 9. Rhizom von *Musa Troglodytarum* mit einem jungen Trieb; der Hauptspross ist abgeschnitten. (Nach Blanco, Flora der Philippinen.)

1) De Candolle, Ursprung der Culturpflanzen. (Uebers. von E. Goetze, Leipzig 1884, S. 306.)

man bei ihr vermuthen können, dass sie altersschwach geworden sei. Es ist aber gar nichts bekannt davon, dass die Culturen der Bananen jetzt einen schlechteren Ertrag geben als früher oder dass die Pflanzen von Epidemien zu leiden hätten. Die Banane scheint sich vielmehr trotz ihres vieltausendjährigen Alters als Culturpflanze, trotz ihrer regelmässig vegetativen Vermehrung immer noch des besten Gedeihens zu erfreuen. Diejenigen Schriftsteller, welche eine Degeneration der geschlechtslos vermehrten Pflanzen durch Altersschwäche vertreten, thun auch der Banane keine Erwähnung. Gegen ihre Ansicht ist sie bei Behandlung der Frage „Do varieties wear out" in Gardener's Chronicle (1875. I. p. 148) von R. Binns bereits als gutes Beweismaterial angeführt worden mit den Worten: „Do the Musa show any signs of deteriation? If not, it seems that, in this case, the ordinary mode of propagation can be dispensed with without ill effects!"



Fig. 10. *Phoenix dactylifera.* Unterer Theil einer jüngeren Pflanze, an welcher aus den Achseln der alten Blätter mehrere Seitensprosse hervorkommen. (N. d. N.)

Nach der Banane möchte ich zunächst die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera* L.) erwähnen (Fig. 10). Sie bringt allerdings in den Ländern, wo sie in ihren Früchten den Bewohnern das wichtigste Nahrungsmittel liefert, keimfähige Samen hervor, sie wird aber nicht durch diese, sondern durch Stecklinge in der Cultur vermehrt [1]). Cultivirt wird die für den Menschen so wichtige Palme vielleicht ebenso lange als die Banane, von epidemischen Krankheitserscheinungen wird aber nichts angegeben; wenn ihre Früchte fehlschlagen, so sind ungenügende Bestäubung der weiblichen Blüthen oder schädliche Insecten (Flugheuschrecken, Ameisen etc.) daran schuld.

Ein weiteres Beispiel, das die Unschädlichkeit der geschlechtslosen Vermehrung der Culturpflanzen beweist, ist die Yamswurzel (*Dioscorea Batatas* Decne), die in China, wo sie wahrscheinlich auch heimisch ist, seit mehr als 2000 Jahren angebaut wird. Sie vertritt dort die Kartoffel und wird wie diese nur vegetativ vermehrt durch Stecklinge von den Stengeln oder durch Wurzelstücke [2]). In letzterem Fall werden die oberen Enden der Wurzelknollen abgeschnitten und in den Boden gelegt. Von den Stengeln kann man sowohl Ableger als auch Stecklinge machen, die letzteren, welche man zwischen zwei Internodien herausschneidet, kann man selbst noch einmal längs spalten. Sie bewurzeln sich unter günstigen Verhältnissen mit Leichtigkeit und treiben aus den am Knoten vorhandenen Knospen aus. Es wird nichts darüber berichtet, dass die Pflanze infolge dieser Culturmethode irgendwie kränklich erscheine.

---

1) Conf. Leunis, Synopsis der Pflanzenkunde, 3. Aufl., bearbeitet von A. Frank, II. Bd., p. 894. Auch Seemann (Die Palmen, 2. Aufl., Leipzig 1863, p. 198) gibt an, dass die „Dattelpalme durch Wurzelsprösslinge leicht fortzupflanzen ist“; ebenso Hansen in seinem interessanten Aufsatz über die Dattelpalme (*Prometheus* — 1890.)

2) Decaisne, Note sur le *Dioscorea Batatas*. (Comptes rendus de l'académie des sciences. Paris 1855, T. XL, p. 77—83.)

Die andern *Dioscorea*-Arten, von denen eine der gebräuchlichsten *D. sativa* (Fig. 11) ist, dürften sich ähnlich verhalten.

Eine ähnliche Rolle wie die Yamswurzel spielt in den meisten tropischen Ländern der sogenannte Taro (*Colocasia antiquorum* Schott (Fig. 12), über dessen Cultur ich leider keine so genauen Angaben gefunden habe wie über die von *Dioscorea*; nach allem aber ist zu vermuthen, dass er nur durch Rhizomstücke vermehrt wird. Nun wird in Jessen's Abhandlung (l. c. p. 125) allerdings berichtet, dass die Pflanze von einer Krankheit ergriffen wird ähnlich der, welche die Kartoffeln (siehe weiter unten) befällt. „Keine Art des Bodens oder der Lage wird von diesem Verderben verschont, und weder im Boden noch in der Pflanze kann irgend etwas entdeckt werden, was im Mindesten auf die Ursache dieser Krankheit führt.“ Dass aber in jener Zeit nichts entdeckt werden konnte, beweist noch nicht die Abwesenheit eines von aussen kommenden Krankheitserregers. Zudem wird diese Krankheit nur für Jamaica angegeben; dies spricht, wenn in den andern Ländern die Pflanze bis jetzt gesund geblieben ist, nur dafür, dass hier eine specifische Erkrankung aufgetreten ist.



Fig. 11. *Dioscorea sativa*. *A* Wurzeln. *B* Zweig mit Blättern und Früchten. (Nach Zippel und Bollmann.)

Von der Batate (*Convolvulus Batatas* L.) können wir wohl dasselbe annehmen wie von der Yamswurzel. Dass sie nur vegetativ vermehrt wird, geht schon aus einer Angabe Darwin's[1]) hervor, wonach (gemäss einer Mittheilung von Mr. Fortune) die Pflanze in China niemals Samen hervorbringt. Cultivirt wird sie aber jedenfalls schon länger als die Kartoffel und gehört in den tropischen Ländern, besonders der neuen Welt, wie jene zu den unentbehrlichsten Nahrungsmitteln (Fig. 13). Von Krankheiten, die auf Altersschwäche beruhen sollen, erfährt man nichts.



Fig. 12. *Colocasia antiquorum.* (Nach Rumph, Herb. Amb.)

Wir können ferner auf den Feigenbaum (*Ficus carica* L.) hinweisen als eine geschlechtslos vermehrte Culturpflanze, die doch keine Degenerationserscheinungen zeigt. Derselbe wird nach De Candolle seit mehr als 4000 Jahren cultivirt und hat sich von seiner ursprünglichen, südasiatischen Heimath über alle Welttheile verbreitet, wo er in verschiedenen Spielarten

1) Variiren etc., II. Bd., p. 194.

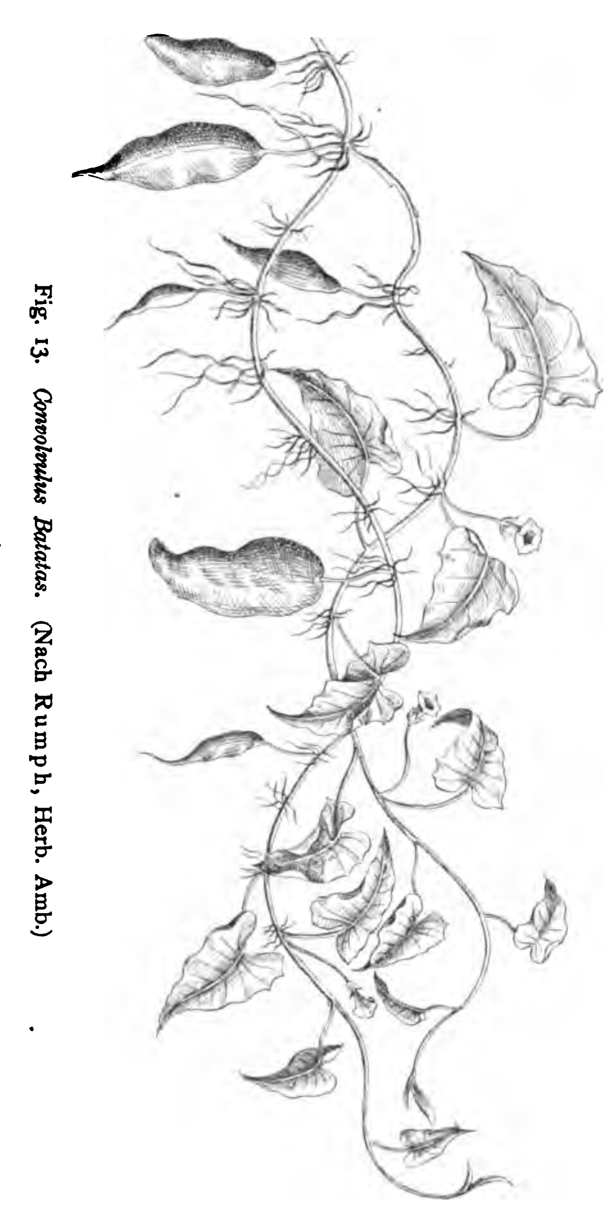


Fig. 13. *Convolvulus Batatas.* (Nach Rumph, Herb. Amb.)

gezogen wird. Seine Vermehrung geschieht fast nur durch Ableger, die schnell Wurzel schlagen, und durch Stockausschläge. Seit sehr langer Zeit also wird der Feigenbaum fortgesetzt auf vegetative Weise vermehrt, ohne dabei jetzt schlechter als früher zu gedeihen, denn die Krankheiten, die gelegentlich Insecten oder Pilze hervorrufen, dürften schon lange bei ihm aufgetreten sein und zeigen kein allgemeines Schwächerwerden der Pflanze an.

Wenn wir schliesslich hier den Oelbaum (*Olea europaea* L.) anführen, so ge-

schieht dies nur auf das Zeugniss von Bolle[1]) hin, der ihn zu den Culturpflanzen rechnet, die ohne Schaden vegetativ vermehrt werden: im übrigen sind die Angaben über diese Art von einander abweichend. Die Cultur der Olive ist ungefähr ebenso alt wie die des Feigenbaums; sie pflanzt sich durch Wurzelschösslinge, Absenker und Stecklinge fort. Nach Mittheilungen des Herrn Prof. Penzig in Genua keimen die reifen Samen nie oder äusserst selten, so dass man in den ausgedehnten Olivenwäldern Milliarden von Früchten und Samen auf und in der Erde liegend, nie aber eine junge Keimpflanze finden kann. Nach Metzger's landwirthschaftlicher Pflanzenkunde[2]) „ist die Fortpflanzung durch Samen von sehr langer Hand, denn ein Olivenbaum trägt nicht leicht früher, als bis er 15 Jahre alt ist; diese Fortpflanzungsart aber sei das beste Mittel, jene Ausartung zu verhüten, über welche sich die Bewohner des Südens beklagen". Ob dies aber eine durch Versuche erwiesene Thatsache oder bloss eine landläufige Ansicht ist, kann daraus nicht entnommen werden. Ich erfahre ferner, dass der Olivenbaum einer äusserst sorgfältigen Pflege bedarf, wenn er überhaupt fortkommen und nicht eingehen soll und dass diese Erscheinung als Altersschwäche gedeutet wird. Doch können wir dieser für Italien gemachten Angabe die Bemerkung von De Candolle[3]) gegenüber halten, dass die Olive ein Baum ist, „der selbst auf dem undankbarsten Boden Erträgnisse liefert". Somit scheint es mir, dass der Oelbaum wenigstens nicht gegen die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht angeführt werden kann, einer Ansicht, für welche wohl das Verhalten der Banane als bestes Beweismittel gelten darf.

Als solches können nun aber auch noch viele Zierpflanzen

---

1) Bouché und Bolle, Degeneration aus Altersschwäche. (Monatsschrift zur Beförderung des Gartenbaues, von Wittmack, 1875, p. 484.)

2) Heidelberg 1841, I. Bd., p. 567.

3) Ursprung der Culturpflanzen, p. 357.

bezeichnet werden, die in ihren besonderen Sorten seit langer Zeit dadurch erhalten werden, dass man sie nur aus Stecklingen, Knollen oder Zwiebeln zieht. So haben wir Sorten von Tulpen, Rosen, Hyacinthen, Geranien, Nelken, Georginen u. a.[1]), von denen manche mehr als 100 Jahre bei dieser Cultur gedeihen und ebenso kräftig wachsen als andere, regelmässig aus Samen gezogene Pflanzen.

Dem Verhalten, welches die hier genannten Culturpflanzen, in deutlichster Weise die Banane, zeigen, steht nun das gewisser anderer Culturpflanzen gegenüber: von diesen wird angegeben, dass sie bei der geschlechtslosen Vermehrung früher zwar gut gediehen sind, nach bestimmter Zeit aber angefangen haben, krank zu werden, so dass manche sogar ihr Aussterben befürchten lassen. Die Ansicht, dass dies ein Beweis für die Altersschwäche sei, findet sich am ausführlichsten dargelegt in der oben (conf. Anm. 1 p. 24) citirten Abhandlung von C. F. W. Jessen. Besonders wenn unter verbreiteten Culturpflanzen Epidemien auftraten, wurden sie von den Vertretern jener Ansicht als Folgen der fortgesetzten ungeschlechtlichen Vermehrung der betreffenden Pflanzen angesehen. Es seien deshalb die hauptsächlichsten dieser Fälle jetzt etwas ausführlicher behandelt.

Einen sehr bekannten Fall, dass die Vermehrung nur durch Stecklinge erfolgt und dass die so erzogenen Pflanzen in neuerer Zeit in grossem Maassstabe erkranken, bietet die Pryamidenpappel (*P. pyramidalis* Rozier = *P. dilatata* Ait.) Die Heimath dieses Baumes ist nach den Angaben der meisten Autoren[2]) in Mittelasien zu suchen, von wo er nach Europa

1) Conf. Anm. 1 der vorigen Seite.

2) Willkomm (Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig und Heidelberg 1872, p. 456), der die Pyramidenpappel als eine Varietät der Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) betrachtet, gibt Folgendes an: „Sie findet sich nach Royle wildwachsend am Himalayagebirge, wo

gebracht wurde. Zuerst in Italien angepflanzt, verbreitete er sich von da in die anderen Länder. Nach Deutschland ist er aus Frankreich in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts gekommen und wird hier vielfach als Chauseebaum verwendet. Auch nach den Vereinigten Staaten ist er von England aus im Jahre 1809 durch den Kanzler Livingstone eingeführt worden [1]). Es darf wohl angenommen werden, dass



Fig. 14. Pyramidenpappeln mit gesunden und absterbenden Gipfeln. (N. d. N.)

---

der männliche und weibliche Baum zusammen vorkommt, und ist daher wahrscheinlich nicht aus Persien nach Europa gekommen, wie man früher annahm". Frank's Angabe in Leunis' Synopsis (Bd. II, p. 505), dass sie von den Ufern des Mississippi stamme, beruht auf einer Verwechslung mit einer andern Art.

1) Report of the Commissioners of Patents for 1829. Agriculture p. 270. (Citirt in Jessen p. 201.)

die Verbreitung und Vermehrung dieser Pflanze in den grossen Gebieten, welche sie jetzt bewohnt, ausschliesslich durch Steckreiser geschehen ist. In Deutschland wenigstens stammen alle Exemplare von einem Baume ab und zwar war dieser Baum ein männlicher, da, wie schon erwähnt, fast alle Exemplare männlich sind [1]).

Aus verschiedenen Ländern wird nun gemeldet, dass die Pappeln im Begriff sind auszusterben. In England gingen in den Jahren 1820 bis 1840 die meisten Bäume zu Grunde und in den Vereinigten Staaten drohten sie 1840 ganz zu verschwinden [2]). In Nord- und Mitteldeutschland scheinen die Pappeln besonders seit 1880 ebenfalls überall im Aussterben begriffen zu sein, während sie in Süddeutschland stellenweise noch ganz gut gedeihen. Eine äussere Ursache für das Siechthum dieser Bäume gibt sich nicht deutlich zu erkennen. Dass z. B. in Norddeutschland die grosse Kälte des Winters 1879/80 Veranlassung dazu gewesen wäre, ist nicht wahrscheinlich. Focke [3]) macht dagegen geltend, dass schon vor 1879 die Pyramidenpappeln zu kränkeln begannen. Ferner zeigten sich nach dem Frost in Norddeutschland die Pappeln, aber nicht die Obstbäume, in Süddeutschland die Obstbäume, nicht aber die Pappeln geschädigt. Drittens sind frühere noch kältere Winter

---

1) Es existiren in Deutschland auch einige weibliche Exemplare, über deren Entstehung man nichts genaues weiss. Möglich ist es, dass an einem männlichen Baum ein Zweig mit weiblichen Blüthen durch spontane Variation auftritt und dass dieser dann, als Steckreis verwendet, einen weiblichen Baum liefert. Beobachtet ist aber eine solche Knospenvariation an der Pappel noch nicht. Man kann daher auch annehmen, dass die weibliche Pyramidenpappel entstanden ist durch Kreuzung eines männlichen Baumes dieser Art mit einem weiblichen von P. *nigra*; einige auf diesem Wege entstandene Sämlinge könnten dann den Wuchs des Vaters und das Geschlecht der Mutter geerbt haben. Die hier kurz besprochene Frage behandelt W. O. Focke in seiner Abhandlung über das Siechthum der Pyramidenpappeln. (Wittmack's Gartenzeitung, 1883, p. 389.)

2) Jessen l. c. p. 201.

3) Conf. Anmerkung 1.

(z. B. im Jahre 1821) von keinem so nachtheiligen Einfluss auf die Pappeln gewesen. Focke nimmt nun an, dass die eigentliche Ursache des Siechthums jener Bäume in der Altersschwäche der Sorte liegt, ohne zu leugnen, dass andere Umstände, wie Winterkälte und ein rauhes Klima, dabei eine Rolle mit spielen. Eine nähere Begründung dieser Behauptung gibt der erwähnte Autor nicht und es ist ziemlich deutlich, dass seine Erklärung nur der Ausdruck der Unkenntniss eines wirklich nachweisbaren Grundes ist. Soll man wirklich glauben, dass nach noch nicht hundertjähriger Cultur eine Pflanze an Altersschwäche zu Grunde geht? Unter dieser Annahme aber würde man doch erwarten müssen, dass die Altersschwäche dann gleichzeitig bei allen Pflanzen eintritt. Es ist danach gar nicht einzusehen, warum in Süddeutschland und im Südosten Europas die Pappelbäume ihre Jugendfrische erhalten, in Norddeutschland, Frankreich, England und Amerika aber altersschwach werden sollen.

Einwände dieser Art sind auch Herrn Focke von anderer Seite gemacht worden, so von H. Jaeger und Tyge Rothe, die in dem folgenden Jahrgang der Gartenzeitung [1]) das Siechthum der Pyramidenpappeln besprechen. Mit Recht hebt ersterer auch hervor, wie unwahrscheinlich es ist, dass diese Sorte nach verhältnissmässig so kurzer Zeit an Altersschwäche leiden soll, während doch die so nahe verwandte Schwarzpappel gewiss schon seit den ältesten Culturzeiten im ackerbauenden Tieflande durch Stecklinge fortgepflanzt wird. Jaeger stimmt mit den meisten Gärtnern darin überein, dass wiederholte strenge Winter das Siechthum der Pappeln hervorgerufen haben, allein das Ungenügende dieser Begründung ist nicht nur schon oben dargethan worden, sondern es lässt sich sogar noch mehr dagegen anführen. So bemerkt Tyge

1) Jahrg. 1884. p. 13, 59, 401.

Rothe, dass auch Exemplare, die einen so geschützten und günstigen Standort hatten, dass sie notorisch von Kälte und Eisschlag nicht litten, dessen ungeachtet später von derselben Krankheit wie die andern Pappelbäume vernichtet wurden. Dieser Autor folgt in der Erklärung der Krankheit Herrn E. Rostrup[1]), der einen Schmarotzerpilz als den wahrscheinlichen Urheber bezeichnet hat.

Der Pilz, welcher den Namen *Dothiora sphaeroides* Fries[2]) trägt, befällt die jungen Stämme und Aeste der Pappeln, durchzieht sie mit seinem Fadengewebe und bringt sie dadurch zum Absterben. Erst an den abgestorbenen Theilen bilden sich seine Fortpflanzungsorgane aus, ohne äusserlich gerade auffallend hervorzutreten. Auch an andern Pappelarten wird der Pilz gefunden, er schädigt dieselben aber weniger, da er nur die schon abgestorbenen Sprosse befällt. Weitere Untersuchungen über die Erkrankung der Pyramidenpappeln durch diesen Pilz scheinen nicht angestellt worden zu sein; in Frank's neuem Handbuche der Pflanzenkrankheiten wird er gar nicht erwähnt. Dagegen führt Vuillemin[3]) die Erkrankung der Pyramidenpappeln, von der er noch besonders bemerkt, dass sie weder in einer degenerirenden Constitution der Art, noch in kalten Wintern ihre Ursache hat, auf einen andern Pilz zurück, den er *Didymosphaeria populina*[4]) nennt und der vielleicht mit der früher schon bekannten *Otthia populina* identisch ist. Das Eigenthümliche in der Wirkung dieses Pilzes soll sein, dass er die untersten Zweige befällt und an diesen Stellen eine Hypertrophie hervorruft, durch welche den oberen Aesten die Nah-

---

1) Pyramidepoples Undergang. Tillaeg til Nationaltidende. Kopenhagen 13. Nov. 1883.

2) Der Pilz ist ein Ascomycet aus der Familie der Discomycetes und der Unterfamilie Patellarieae.

3) Comptes rendus, Paris 25. mars 1889. Vol. 108, p. 632.

4) Der Pilz ist ebenfalls ein Ascomycet aus der Familie der Pyrenomycetes und der Unterfamilie Sphaeriaceae.

rung entzogen wird und sie zum Absterben gebracht werden. Man hat also den Urheber der Krankheit nicht an den dürren Gipfeln, welche ihr äusseres Zeichen sind (Fig. 14), sondern an den noch scheinbar gesunden unteren Theilen zu suchen. Gegen dieses Uebel empfiehlt Vuillemin das Entfernen der untersten Astbüschel und er gibt an, dass so behandelte Bäume nicht erkrankt sind. Obgleich nun die Ansicht des genannten französischen Forschers viel wahrscheinlicher ist, als die vorher erwähnte von Rostrup, so bedürfte doch auch erstere noch sehr der Bestätigung und der weiteren Untersuchung in anderen Gegenden, da Vuillemin sich besonders auf Lothringen bezieht. Ich bin überhaupt noch zweifelhaft, ob es sich in diesem Falle um eine durch Parasiten erzeugte Krankheit handelt und werde in dem Zweifel an ihrer pilzlichen Natur durch die Ansicht eines erfahrenen Mycologen (in litteris) bestärkt. Man müsste auch darauf achten, ob nicht ein ungünstiger Standort oft die Schuld trägt, wie z. B. ein solcher, an dem die Pappel ihre flach verlaufenden Wurzeln nicht ordentlich ausbreiten kann, etwa durch Chausseegräben[1]).

Ferner sollte man aber auch aus Samen gezogene Pappeln[2]) mit aus Stecklingen gezogenen vergleichen und zusehen, ob sich die ersteren kräftiger entwickeln und, falls wirklich Pilze die Ursache der Erkrankung sind, sich widerstandsfähiger gegen deren Angriffe erweisen, wie dies von F. von Thuemen[3])

---

1) Frank behandelt in seinem Handbuche der Krankheiten der Pflanzen (2. Auflage) das Siechthum der Pyramidenpappeln, Bd. III. p. 298, kommt aber auch nicht zu einem sicheren Urtheil über die Ursache.

2) Sämlinge können natürlich nur da erhalten werden, wo ein weibliches Exemplar der Pyramidenpappel zur Verfügung steht. Die Samen keimen schon am 3. Tage. Angaben über die Zucht von Pappelsämlingen findet man in den Arbeiten Vonhausen's in der allgemeinen Forst- und Jagdzeitung von 1879 und 1881. Man vergleiche auch den Aufsatz von H. v. Salisch in Wittmack's Gartenzeitung, 1885, Jahrg. 34, p. 201.

3) Fühling's Landwirthschaftliche Zeitung, 1885, Jahrg. 34, p. 201.

angenommen wurde. Blosse derartige Vermuthungen und die unbegründet aufgestellte Behauptung, die Pyramidenpappel gehe an der „widernatürlichen" Vermehrung durch Stecklinge zu Grunde, können nicht beanspruchen, als Beweise angesehen zu werden, dass vegetative Vermehrung zur Degeneration führe.

Ausser den Pyramidenpappeln zeigen auch andere Arten der Gattung *Populus* an manchen Orten dieselben Erscheinungen des Absterbens wie jene: so die Schwarzpappel (*P. nigra* L.), die Canada-Pappel (*P. canadensis* Mchx.), die Silberpappel (*P. alba* L. und *P. canescens* W.) und die Zitterpappel (*P. tremula* L.). Auch sie werden nur ungeschlechtlich fortgepflanzt, die Schwarzpappel, wie erwähnt, schon viel länger als die Pyramidenpappel. Trotzdem leidet erstere weder seit längerer Zeit noch jetzt intensiver an allgemeinem Siechthume als die letztere. Besonders muss darauf hingewiesen werden, dass auch hier wiederum die Krankheit nur in einzelnen Gegenden an den genannten Bäumen auftritt und dass schon dieser Umstand genug dagegen spricht, als ob es sich um eine jetzt allgemein eintretende Altersschwäche handelte. Inwieweit bei den andern Pappelarten Pilze als Krankheitsursachen betheiligt sind, vermag ich nicht anzugeben.

Im Anschluss an die Besprechung der Pappelkrankheit sei noch mitgetheilt, dass man auch an Weiden Beobachtungen über plötzliches allgemeines Absterben gemacht hat. So erwähnt Focke in dem oben citirten Aufsatz, dass die Trauerweiden (*Salix babylonica* L.) zu Anfang der sechziger Jahre in Deutschland grösstentheils zu Grunde gingen. Er führt dies natürlich auf die Altersschwäche der Sorte zurück. Allerdings stammen alle unsere, nur weiblichen Exemplare von einem und demselben Steckreis ab, das wohl Anfang vorigen Jahrhunderts aus dem Orient nach Europa gebracht worden ist[1]. So lange

1) Angaben hierüber finden sich in K. Koch's Dendrologie (Erlangen 1869 bis 1873) Bd. II, p. 509.

keine näheren Untersuchungen über die kranken Trauerweiden vorliegen, lässt sich über die Ursache ihrer Erkrankung nichts weiteres sagen. Da doch die andern schon lange regelmässig durch Stecklinge vermehrten Weiden nicht absterben, ist die von Focke gemachte Annahme betreffs der Trauerweide mindestens keine sehr wahrscheinliche. Die Vermuthung Rothe's[1]), dass es sich hier um den gleichen oder einen ähnlichen Pilz wie bei der Pyramidenpappel handelt, hat immer noch mehr für sich. Auch kann es sich wohl nur um einzelne erkrankte Exemplare handeln, denen genug andere von schönem, kräftigem Wachsthum gegenüberstehen.

Wenn wir somit bei Pappeln und Weiden auch die Behauptung, dass sie an Altersschwäche leiden, als ganz unerwiesen ansehen und zurückweisen müssen, so haben wir doch noch keine Sicherheit über den wahren Grund ihrer Erkrankung. Besser unterrichtet sind wir über die Ursachen der jetzt zu besprechenden Krankheiten.

In den Fällen, um die es sich hier handelt, weiss man, dass die Pflanzen durch gewisse Parasiten geschädigt werden, dass die Krankheit nicht ohne dieselben auftritt und dass letztere wiederum ein Zeichen für die erstere sind. Man kennt auch die ganze Entwicklung des Parasiten und kann seine Ausbreitung von dem ersten Auftreten an ziemlich genau verfolgen. Von Culturpflanzen kommen hier besonders in Betracht der Weinstock, die Kartoffel und die Obstbäume; die auf ihnen Krankheiten erzeugenden Schmarotzer sind Pilze oder Insecten.

Manche Landwirthe nehmen nun an, dass das Befallenwerden von den Schmarotzern an sich schon als eine Krankheitserscheinung aufzufassen sei. Sie geben zu, dass die Schmarotzer dann den eigentlichen Ausbruch der Krankheit bewirken und dazu auch nothwendig sind, meinen aber, dass

---

1) Siehe in den citirten Aufsatz in der Gartenzeitung (p. 43, Anm. 1).

in den nun kranken Pflanzen schon vorher gewissermaassen die Anlage dazu gelegen habe, die ohne das Hinzukommen der Parasiten latent bleibt. Pflanzen, die nicht diese Anlage in sich tragen, würden dann, auch wenn sie von Parasiten angegriffen werden, nicht krank werden, d. h. diese würden sich auf ihnen nicht entwickeln können. Die Pflanzen also, welche durch die Parasiten geschädigt werden, sollen eine krankhafte Anlage oder Prädisposition besessen haben. Ob bei den Pflanzen für gewisse Krankheiten eine solche Prädisposition nöthig ist oder überhaupt existirt, darüber ist viel geschrieben worden. In sehr gemässigter und sachlicher Weise wird die Frage von Sorauer[1]) behandelt. Nach seiner Ansicht müssen die Krankheitserreger (Insekten oder Schmarotzerpilze) nicht immer die Krankheit erzeugen, sondern in manchen Fällen muss eine Prädisposition dazu da sein. In andern Fällen, gibt er zu, braucht sie nicht vorhanden zu sein, wie z. B. beim Auftreten des Mutterkorns im Getreide. Die Ursache der Prädisposition sucht er in excessiver oder lange andauernder Kälte, in der Bodenbeschaffenheit und ähnlichen äusseren Umständen. Die Richtigkeit seiner Anschauung zu prüfen, ist hier nicht der Ort. Wir haben hier nur zu untersuchen, ob auch durch fortgesetzte Vermehrung auf vegetativem Wege eine Sorte oder Art zu Krankheiten prädisponirt wird. Gerade die sogenannte Altersschwäche wird von Manchen als nothwendige Prädisposition zur Krankheit da gefordert, wo zugegeben werden muss, dass sie nicht als alleinige Krankheitsursache angenommen werden kann. Diesen Punkt haben wir also im Folgenden auch immer mit zu berücksichtigen.

In der auf Altersschwäche beruhenden Prädisposition sieht von Thuemen[2]) eine der wichtigsten Ursachen der stetig

1) Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten? (Landwirthschaftliche Versuchsstationen, 1880.)

2) l. c. siehe Anm. 3, p. 45.

zunehmenden Parasitenschäden an unseren Culturgewächsen und speciell am Weinstock. Er erblickt in den Reben, die seit tausenden und tausenden von Jahren nur durch Stecklinge „auf die denkbar widernatürlichste Manier" vermehrt werden, „scheinbar verjüngte Greise, denen keine echte innere Lebenskraft innewohnt". Infolge dessen können sie — nach seiner Meinung — den Angriffen der Parasiten nicht widerstehen und können diese solche Verheerungen unter ihnen anrichten, wie wir es thatsächlich sehen. Ob diese Annahme nöthig ist, wird die folgende Erörterung zeigen.

Gewiss ist der Weinstock seit den ältesten Zeiten in Cultur; Beweise derselben sind in egyptischen Grabgewölben vorhanden und weisen auf den Gebrauch des Weines schon vor 5000—6000 Jahren hin. Seit dieser Zeit wird auch die Pflanze durch Stecklinge vermehrt. Mag sie sich im spontanen Zustand, in dem sie in prähistorischer Zeit schon in Ländern existirt hat, in die sie erst später als Culturpflanze eingeführt worden ist, auch reichlich durch Samen vermehren, so hat man doch bei der Cultur wohl immer nur Stecklinge zur Zucht verwendet[1]). An den Rebensorten müssten also Zeichen von Altersschwäche, wenn es solche gäbe, gewiss zu bemerken sein: bemerkt man aber davon etwas an Pflanzen, die nicht von Schmarotzern befallen sind? Niemand klagt darüber und die Ansicht von einer solchen Altersschwäche beruht nicht auf Beobachtung, sondern auf reiner Theorie und Vermuthung.

1) Die Früchte der Rebe enthalten zwar meistens Samen, allein dieselben sind in der Regel nur in geringem Prozentsatz keimungsfähig, ihre Keimungsenergie ist ausserdem sehr schwach; die Samen edler Sorten besitzen ein schwächeres Keimungsvermögen als die gemeiner Sorten, wie schon Darwin angibt. (Variiren der Thiere und Pflanzen etc. Uebersetzt von Carus, 2. Aufl., Stuttgart 1873, II. Bd., p. 193.) Vgl. hiezu: F. Nobbe, Untersuchungen über die Anzucht des Weinstockes aus Samen. (Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. XXX, p. 229.)

Was nun die durch Schmarotzer hervorgerufenen Krankheiten betrifft, so treten dieselben als gefährliche Epidemien auf, die mit verschiedenen Namen bezeichnet werden. Zu den am längsten bekannten gehört der sogenannte Mehlthau.

Möglicherweise hat man diesen schon im klassischen Alterthum beobachtet, wenigstens spricht Plinius von einem Mehlthau, der das Abfallen der Weinbeeren bedingt[1]). Vor 200 Jahren ist dann ferner eine Notiz gegeben, die sich offenbar auf die in Rede stehende Krankheit bezieht[2]). Sicher beobachtet ist sie erst in diesem Jahrhundert: zuerst 1839 von Nietner in Deutschland[3]), dann 1845 von Tucker in England. Berkeley fand 1847 einen Pilz als stetigen Begleiter und offenbaren Urheber der Krankheit und nannte ihn *Oidium Tuckeri*[4]). Bestimmt lässt sich also nicht angeben, wie lange die Rebe cultivirt worden ist, bis sie — nach von Thuemen's Ansicht — so altersschwach wurde, dass sie dem Mehlthaupilz nicht mehr Widerstand leisten konnte. Einige Jahrtausende scheint sie aber doch bei der „denkbar widernatürlichsten“ Vermehrung sich jugendfrisch erhalten zu haben. Es ist nun freilich nicht so leicht zu erklären, wodurch nach dieser Zeit eine so starke Ausbreitung der Traubenkrankheit — so wird der Mehlthau auch bezeichnet — hervorgerufen wurde[5]). Denn dass es früher den Pilz nicht gegeben habe, ist nicht anzunehmen. So wurde denn die Altersschwäche der Rebe zur Erklärung herbeigezogen, und weil man keine andere

1) A. B. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880, p. 559.

2) Jessen l. c. p. 153.

3) Jessen l. c. p. 154.

4) *Oidium Tuckeri* Berk, ein Pilz aus der Abtheilung der Pyrenomyceten, dessen vollkommene Fruchtform man aber noch nicht kennt, bildet auf den Rebenblättern weissliche, spinnwebenartige Ueberzüge und auf den jungen Beeren braune Flecken. Sein Mycelium wächst auf der Oberhaut jener Organe und bildet an kurzen aufrechten Aesten einzellige Sporen.

5) 1851 kannte man sie schon in allen weinbautreibenden Ländern Europas und auch in Nordamerika.

hatte, erschien diese auch ganz plausibel. Einer näheren Prüfung konnte aber diese Theorie nicht Stand halten, wie aus den Verhandlungen darüber bei einem Congress von Weinzüchtern in Trier im Jahre 1874 hervorgeht. Es sei gestattet, aus diesen Verhandlungen das Wesentliche mitzutheilen, weil sie von besonderem Interesse für unsern Gegenstand sind. Die Frage, mit der sich die Weinzüchter unter anderen beschäftigten, lautet: „Ist die durch Friedrich Hecker ausgesprochene, sehr wahrscheinliche Ansicht, dass die europäischen Reben in den letzten Jahren namentlich deshalb so sehr durch Krankheit aller Art leiden, weil die meisten jungen Reben aus sogen. Fechsern oder Schnittreben und nicht vielmehr aus Kernen gezogen werden, richtig“ [1])? Der Referent, Dr. David, kommt nach einer längeren Exposition „zu dem überraschenden Resultate, einmal, dass der Weinstock keineswegs, wie man so gern anzunehmen gewohnt ist, eine besonders geplagte Pflanze ist, und zweitens, dass es für die Anfälligkeit einer Culturpflanze durch Krankheiten (Insekten oder Pilze) völlig gleichgiltig ist, ob dieselbe aus Samen gezogen, durch Schnittlinge direct vermehrt oder endlich auf Samenpflanzen aufgepfropft wird. Die Ansicht Friedrich Hecker's muss also als falsch bezeichnet werden“. Nels bemerkt, „dass zehnjährige Weinstöcke, die aus Samen gezogen wurden, wie alle andern vom *Oidium* befallen wurden und also keineswegs widerstandsfähiger sind“. Auf eine Anfrage Blankenhorn's, „ob es nicht wahrscheinlich sei, dass Krankheiten, die durch Pilze hervorgerufen sind, durch Schnittreben leicht übertragen werden und so eine grössere Verbreitung finden“, antwortet David: „Das sei möglich, aber die Calamität bleibe bestehen, auch wenn die Weinpflanze durch Samen vermehrt wird, da die Samenpflanze

1) Bericht über die Verhandlungen der Section für Weinbau auf der 16. Sectionsversammlung in Trier, vom 28.—30. Sept. 1874. Von Dr. Georg David. Heidelberg 1875, p. 30.

doch immer veredelt werden müsse, also ebenfalls wieder der Theil eines schon vorhandenen Weinstocks in Gebrauch genommen werde". Director Goethe zu Marburg schliesst sich der Ansicht des Dr. David völlig an, „dass wir durch Samenzucht nicht eine Verminderung der Krankheit erreichen; Samenzuchten, schon vor 40 bis 60 Jahren angestellt, haben dies zur Genüge bewiesen. Schliesslich kann sich auch Baron Daël von Koeth „für die Hecker'sche Ansicht ebenfalls keinen rationellen Grund denken und stimmt der Ansicht des Referenten bei".

Nach diesen Aussprüchen von Fachmännern liegt also gar kein Grund zu der Annahme vor, dass die Rebensorten an Altersschwäche leiden. Wir können somit die Vermehrung durch Stecklinge nicht für die Traubenkrankheit verantwortlich machen, sondern müssen als alleinige Ursache derselben den Pilz, *Oidium Tuckeri*, betrachten. Dieser entwickelt sich auf jeder Rebe, wenn keimfähige Sporen auf letztere gelangt sind und es ist gar keine Prädisposition von Seite der Rebe dazu nöthig. Wenn er sich aber entwickelt — wozu er natürlich auch gewisse äussere Bedingungen, wie Feuchtigkeit, braucht — so ruft er die Traubenkrankheit oder den Mehlthau hervor.

Offenbar ebenso verhält es sich mit einer andern Epidemie, die man zum Unterschied von der vorigen falschen Mehlthau genannt hat und die erst in noch neuerer Zeit zu einer grossen Calamität für den Weinstock geworden ist. Auch hier werden die Anhänger der Lehre von der Altersschwäche der Reben diese als ursprünglichen Grund hinstellen und in dem Pilz nur die Veranlassung zum Ausbruch der Krankheit erkennen wollen. Dagegen lassen sich aber auch dieselben Gründe geltend machen wie bei der vorigen Krankheit; doch sind mir nähere Angaben und Versuche in dieser Hinsicht nicht bekannt geworden. Ganz vortrefflich lässt sich bei dieser Epidemie ihre Ausbreitung von Land zu Land erkennen, d. h.

man sieht, wie der krankheitserregende Pilz von Land zu Land übertragen worden ist. Versuche haben gezeigt, dass die Verbreitung durch die Sporen des Pilzes geschieht. Derselbe, *Peronospora viticola,* hat seinen Ursprung in Nordamerika, wo er auf den dort einheimischen *Vitis*-Arten parasitisch lebt. 1878 wurde er zuerst in Frankreich auf der cultivirten Rebe beobachtet und verbreitete sich von hier nach Deutschland, der Schweiz, Italien, Ungarn, Griechenland, mehr oder weniger gefährliche Epidemien hervorrufend. Bemerkenswerth ist, dass gegen die Extensivität und Intensivität der Verbreitung der *Peronospora viticola* alle ähnlichen, bei Pilzeinwanderungen bisher beobachteten Erscheinungen weit in den Hintergrund treten [1]).

Das meiste Interesse und die grösste Besorgniss erregt gegenwärtig von den Krankheiten des Weinstocks die durch die Reblaus *(Phylloxera vastatrix)* verursachte. Eine ungeheure Litteratur über diesen Gegenstand ist in wenigen Jahren entstanden. In dieser Litteratur fehlt es auch nicht an Schriften, in denen behauptet wird, die Reblaus könne nur deshalb solchen Schaden anrichten, weil die Rebsorten durch beständige vegetative Vermehrung altersschwach geworden seien. Zu den Schriften dieser Art gehören einige von Ch. Oberlin [2]). Er nennt die Vermehrung durch Stecklinge eine „barbarische", welche eine Degeneration der Reben habe herbeiführen müssen; es werde durch diese Methode die Structur des Zellgewebes der Rebe verändert und für die Angriffe der Reblaus empfindlicher gemacht. Dass diese Behauptungen

---

1) von Thuemen, Die Einwanderung und Verbreitung der *Peronospora viticola* in Oesterreich. (Aus den Laboratorien der k. k. chemisch-physiolog. Versuchsstation für Wein- und Obstbau zu Klosterneuburg bei Wien, Nr. 7, 1. Dec. 1888.)

2) Die natürliche Lösung der *Phylloxera*-Frage. (Ampelographische Berichte, Bd. III, Nr. 4.) Die Degeneration der Reben, ihre Ursache und ihre Wirkungen. Lösung der *Phylloxera*-Frage. Colmar (E. Barth) 1881.

ganz unerwiesene sind, haben bereits mehrere Oenologen dargethan. Da in ihren Ausführungen sich vieles wiederholt, was bei der Frage nach der Ursache des Mehlthaues schon gesagt worden ist, so soll nicht weiter auf den Inhalt der unten citirten Schriften [1]) eingegangen werden. Es wird besser sein, wenn wir zum Schluss dieses Abschnittes die Gründe kurz zusammenfassen, welche dafür sprechen, dass die Rebsorten nicht an Altersschwäche leiden und dadurch zu den Infectionskrankheiten prädisponirt sind, sondern dass die Pilze und thierischen Schmarotzer als die eigentlichen und alleinigen Ursachen der betreffenden Krankheiten zu betrachten sind [2]).

1) Der Weinstock wird seit Jahrtausenden durch Stecklinge vermehrt und gedeiht da, wo Parasiten fehlen, in ganz normaler Weise; historisch nachweisbar ist, dass einzelne der noch jetzt cultivirten Sorten bereits seit 1500 Jahren auf dieselbe Weise vermehrt werden und trotzdem ihre vortrefflichen Eigenschaften bewahrt haben.

2) Dass die Vermehrung mittelst Stecklingen eine Veränderung in der Structur der Rebe hervorbringe, lässt sich nicht nachweisen. Ueberhaupt wächst der neue Stock nur dann von vornherein anormal, wenn die Stecklinge von kranken oder schlecht ernährten Stöcken genommen wurden.

---

1) A. Marri, Die Regeneration der Rebe oder über den Zweck und die Art, die Rebe durch Samen fortzupflanzen. (Annalen der Oenologie, IX, p. 50, 1869.) — R. Goethe, Ueber Degeneration und Regeneration der Reben. (Ampelographische Berichte, II, Nr. 5, 1881.) — R. Goethe, W. Rasch, Ueber die Anzucht der Reben aus Samen. (Ampel. Ber., I, Nr. 3 1880, III, Nr. 5. 1882.) — Müller-Thurgau, Ueber die Ursachen des krankhaften Zustandes unserer Reben. Vortrag. (Sep.-Abdr. aus Mittheilungen d. thurg. naturf. Ges., Heft VIII, 8°, 19 p.) Frauenfeld (J. Huber) 1890.

2) Dass ungeeignete Cultur, ungünstige Witterung u. dergl. das Wachsthum der Reben schwächen und das ihrige dazu beitragen, die inficirten Stöcke noch kränker zu machen, ist selbstverständlich. Das sind aber immer nur lokale Erscheinungen, welche die inneren Eigenschaften der ganzen Pflanzensorte im Allgemeinen nicht verändern.

3) Die Fortpflanzung auf vegetativem Wege kann bei der Rebe nicht als widernatürlich betrachtet werden, denn diese Pflanze hat in bevorzugtem Maasse die Fähigkeit, beim Einlegen aus jedem Knoten Wurzeln und aus der an dem Knoten stehenden Knospe einen neuen Spross zu bilden.

4) Die aus Samen gezogenen Rebstöcke zeigen keine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Frost und Schmarotzer *(Oidium)* als die aus Stecklingen gezogenen. In beiden Fällen verhalten sich die neuen Pflanzen wie ihre Mutterpflanzen, deren Widerstandsfähigkeit in gewissem Grade von der Sorte, der sie angehören, abhängt.

Um ganz analoge Erscheinungen, wie wir sie beim Weinstock kennen gelernt haben, handelt es sich auch bei der Kartoffel. Indessen wollen wir auch bei dieser Pflanze etwas näher auf ihre Cultur und ihre Krankheiten eingehen.

Wir wissen nicht genau, seit welcher Zeit die Kartoffel in Cultur genommen worden ist. Jedenfalls ist dies in Amerika geschehen, bevor dasselbe von den Europäern entdeckt wurde. Zu dieser Zeit wurde sie bereits in den gemässigten Regionen der Anden von Chile, welches Land als ihre ursprüngliche Heimath anzusehen ist, bis Neugranada cultivirt. 1580 wurde die Pflanze von den Spaniern aus Südamerika direct nach Europa gebracht. Die Engländer aber erhielten sie erst 1585 durch Sir Walter Raleigh aus Virginien und hierhin war sie erst nach der Entdeckung Amerikas von Südamerika aus durch den Schiffsverkehr gekommen. Gegenwärtig hat die Kartoffel als Culturpflanze fast die ganze Welt erobert, doch ist ihre grosse Ausbreitung erst seit dem vorigen Jahrhundert zu datiren [1]).

Beim Kartoffelbau im Grossen wird die Pflanze nur durch die Knollen vermehrt. Dieselben werden entweder ganz in

1) De Candolle, Ursprung der Culturpflanzen.

den Boden gelegt oder die Knolle wird vorher in so viele Stücke geschnitten, als Augen (Knospen) an ihr vorhanden sind. Man kann allerdings die Kartoffeln auch aus Samen erziehen [1]), es geschieht dies aber nur von einigen Züchtern, die es auf die Erziehung neuer Sorten abgesehen haben; auch bringen die Sämlinge erst im zweiten Jahre fruchtbare Knollen hervor.

Bei der ungeheueren Wichtigkeit, welche die Kartoffel als Nahrungsmittel für den Menschen besitzt, ist es von grösstem Interesse, ihre Ertragsfähigkeit möglichst hoch zu halten und alles zu vermeiden, was zu ihrer Schädigung beitragen könnte. Es wäre eine sehr traurige Aussicht, annehmen zu müssen, die Kartoffel entarte durch die fortgesetzte Cultur, speciell die Vermehrungsmethode, immer mehr und könne den sie heimsuchenden Schmarotzern keinen Widerstand mehr leisten.

Solche Ansichten wurden besonders laut, als 1845 die sogenannte Kartoffelkrankheit ausbrach und sich mit grösster Schnelligkeit nicht bloss über ganz Europa, sondern auch über die andern Welttheile verbreitete. Dass eine allgemeine Entartung der Pflanze die Ursache sei, behauptete auch Schleiden [2]). Nach ihm soll eine durch lange fortgesetzte Cultur gestörte anomal gewordene Ernährung und stoffliche Zusammensetzung der Kartoffel sie schliesslich zu Krankheit und Zersetzung besonders geneigt machen. Genauer begründet scheint diese Ansicht nicht zu sein. Etwas eingehender, aber

---

1) Interessant ist es zu sehen, welche Unterschiede in der Blüthen- und Samenbildung bei verschiedenen Kartoffelsorten auftreten. Nach einer Angabe in Gardeners Chronicle (Jahrgang 1880, Bd. XIV, p. 115) lassen sich dabei 6 Fälle unterscheiden: im 1. Fall produciren die Kartoffelpflanzen niemals Blüthen, im 6. Fall werden Blüthen producirt, die sich selbst befruchten und reichlich Samen hervorbringen. Zwischen diesen beiden Extremen sind eine ganze Reihe von Uebergangsstufen wahrzunehmen.

2) Encyclopädie der theoretischen Naturwissenschaften in ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft, Bd. III, 2. Anhang. (Citirt nach de Bary, Kartoffelkrankheit.)

ohne seine Meinung durch Untersuchung der wirklichen Verhältnisse zu stützen, spricht sich Unger[1]) aus: „Die Frage ist, inwieweit eine durch Cultur allmählich verhinderte Samenbildung die vorzüglich in den Samen abgesetzten stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanze auch über die vegetativen Theile des Gewächses vertheilen und dadurch eine leichtere Zersetzung und Entmischung ebenderselben herbeizuführen im Stande ist? Würde dies mehr oder weniger allgemein der Fall sein, so liesse sich die in der Kartoffel seit Jahren verminderte Fruchtbildung sicherlich als eine der wichtigsten prädisponirenden Ursachen der Kartoffelkrankheit ansehen."

Beide Forscher also, wenn sie es auch nicht deutlich aussprechen, suchen offenbar in der Culturmethode, d. h. der Vermehrung durch Knollen, den ursprünglichen Grund zur Krankheitsanlage. Wir wollen noch citiren, wie sich Jessen in seiner schon mehrfach erwähnten Abhandlung über diesen Punkt äussert. Er sagt daselbst (S. 131): „Wir kommen zu dem Resultat, dass unsere Kartoffeln an einer inneren oder, wie man sagt, constitutionellen Krankheit leiden, dass aber diese Krankheit bei passender Cultur und Bodenart in geringerer Heftigkeit auftritt, als bei unpassender Cultur und ungeeignetem Boden. Man könnte noch eine Ansicht aufstellen, nämlich die, dass nur eine Erschöpfung des Bodens oder ungünstige Witterung, kurz äussere Umstände, ganz allein Ursachen der Krankheit seien. Gegen beide Annahmen spricht der Umstand, dass die Krankheit die ganze Erde nicht umzogen, sondern fast gleichzeitig ergriffen hat, ohne Rücksicht darauf, ob der Boden ein eben abgebranntes oder zum ersten Mal in Cultur genommenes Waldland oder ein durch tausendjährige Ernten, wie man sagt, erschöpfter war". Was Verf. aber unter dieser inneren Krankheit versteht, sagt eine andere Stelle (p. 189), wo er sie zu

1) F. Unger, Beitr. zur Kenntniss der in der Kartoffelkrankheit vorkommenden Pilze und der Ursache ihres Entstehens. (Bot. Zeitg., 1847, p. 305.)

denjenigen rechnet, „für deren Eintreten das Alter einen natürlichen und oft den einzigsten erkennbaren Grund abgibt.“ Unter „Alter“ versteht aber der Verf., wie wir gesehen haben, „die über das Maass durch Ableger oder abgetrennte Sprosse verlängerte Existenz aller Abkömmlinge einer Samenpflanze“ (l. c. p. 180). Eine Unterstützung für seine Anschauung glaubt er in dem wohl nicht ganz sicher bewiesenen Umstand zu erblicken, dass eine Sorte um so bedeutendere Verluste durch die Krankheit erleidet, je älter sie ist. Ferner weist er auf die frühere Epidemie hin, welche ungefähr 1770 ausbrach und bis gegen Anfang dieses Jahrhunderts dauerte. Damals wurde zu ihrer Bekämpfung die Anzucht aus Samen empfohlen und diese auch in grossem Maassstabe in Holland und Norddeutschland vorgenommen. Die Samen kamen aus Amerika und die aus denselben erzogenen Sorten erfreuten sich unter dem Namen der holländischen Samenkartoffeln bis zu Anfang der neuen Epidemie in Deutschland eines sehr guten Rufes. Offenbar aber ist in England und Frankreich die erste Epidemie ohne Anzucht von Samenkartoffeln ebenso gut erloschen gewesen wie in Deutschland.

Dass die Ausführungen Jessen's für uns nicht maassgebend sein können, geht schon daraus hervor, dass er überhaupt von dem Pilz, welcher als Krankheitserreger bei der Kartoffel zu betrachten ist, nichts weiss. Es frägt sich also nur noch, ob durch das Vermehrungsverfahren die Kartoffel für die Pilzangriffe prädisponirt wird. Wenn die Prädisposition auf der Altersschwäche beruhte, so müssten doch die jüngeren Pflanzungen weniger als die älteren von der Krankheit gelitten haben. Es hat sich aber nicht gezeigt, dass die Abkömmlinge der oben erwähnten holländischen Samenkartoffeln der neuen Epidemie gegenüber widerstandsfähiger gewesen sind als die alten immer aus Knollen gezogenen Kartoffelsorten. Ferner wird man zugeben müssen, dass in den aus Samen ge-

zogenen Kartoffelstöcken, in denen der Organismus zu völlig jugendlicher Regeneration gelangt ist, keine krankhafte Prädisposition vorhanden sein kann. Von diesen Sämlingen wäre nach Jessen's Theorie zu erwarten, dass sie von den Pilzen nicht angegriffen oder wenigstens nicht geschädigt werden. Nun aber erliegen die Samenpflanzen der Krankheit ebenso wie die aus Knollen gezogenen Stöcke: es ist in ihrer Widerstandsfähigkeit oder Hinfälligkeit kein Unterschied zu bemerken. Hierin also dürfen wir wohl den directen Beweis für die Unhaltbarkeit der Ansicht von der Prädisposition aus Altersschwäche sehen.

Schliesslich sei noch auf einen Punkt aufmerksam gemacht. Diejenigen nämlich, welche die Ansicht vertheidigen, dass die rein vegetative Vermehrung zur Degeneration führe, wollen dies gewöhnlich schon daraus ableiten, dass jene Vermehrung nicht naturgemäss sei und dass die Natur immer eine Fortpflanzung durch Samen fordere. Sind nun aber gerade bei der Kartoffel nicht die Knollen ebenso gut wie die Samen von der Natur zur Vermehrung bestimmte Organe? Wenn wir schon bei dem Weinstock sagen konnten, dass die Vermehrung durch Stecklinge nicht so sehr den natürlichen Verhältnissen widerspricht, als dies von anderer Seite behauptet wird, so sind wir bei der Kartoffel zu einer analogen Ansicht gewiss in einem noch viel höherem Grade berechtigt.

Alles in Allem: wir haben gar keinen genügenden Grund zu der Annahme, dass die Vermehrung der Kartoffeln aus Knollen zu einer Krankheit der Pflanze führe oder sie für Pilzinfectionen disponirt mache. Vielmehr ist schon durch das, was wir über die Entwicklung des Pilzes wissen, unwiderleglich dargethan, dass er auch wirklich die Ursache der Kartoffelkrankheit sei, dass er allein an der gesunden Pflanze die Krankheit hervorbringt [1]).

---

1) Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, p. 396.

Der Pilz ist von de Bary *Phytophthora infestans* genannt worden und ist verwandt mit der den sog. falschen Mehlthau des Weinstocks verursachenden *Peronospora viticola.* Wenn er auf den Blättern schmarotzt, so bedingt er das Schwarzwerden des Kartoffelkrautes. Auf dem Laube bildet er die Sporen, durch die er auf andere Pflanzen derselben Art und auf ihre Knollen übertragen wird. Wenn sich das Mycel in den Knollen entwickelt, so ruft es die sog. Knollenfäule hervor. Es hat die Fähigkeit, nicht bloss in den im Boden wachsenden Knollen zu leben, sondern auch in und mit den Knollen, selbst wenn diese geerntet sind, zu überwintern. So gelangt der Pilz im Frühling mit den inficirten Knollen wieder auf den Acker. Deshalb ist das einzige Mittel zur Verhütung der Krankheit die Verwendung völlig pilzfreien Saatgutes. Für die Intensität der Entwicklung des Parasiten — d. h. für die Schnelligkeit seines Wachsthums auf einer Pflanze und der Verbreitung auf andere Stöcke, nicht für sein Auftreten überhaupt — kommen äussere Umstände in Betracht. Von diesen ist der wichtigste die Feuchtigkeit des Bodens und der Witterung. „So ist es unzweifelhaft, dass die Epidemie, die wahrscheinlich durch die Verbreitung der *Phytophthora* über die kartoffelbauenden Länder längst vorbereitet war, infolge der abnorm nassen Witterung des Jahres 1845, die dem Pilz mit einem Male ungewöhnlich günstige Bedingungen schuf, plötzlich überall zum Ausbruch kam“ [1]).

Die Ausbreitung der Krankheit, ihre Erscheinungen und die Lebensweise des Pilzes näher zu schildern, darauf wollen wir hier verzichten. Ich glaube diesen Abschnitt am besten schliessen zu können, indem ich einige Sätze aus der den vorliegenden Gegenstand behandelnden Schrift de Bary's [2]) an-

---

1) Frank l. c. p. 402 (conf. Anm. 1 p. 59).

2) Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung. Leipzig 1861, p. 61.

führe: „Wie man sich auch umsehen mag, man findet immer nur Beweise dafür, dass durch das Befallenwerden von Parasiten keinerlei Entartung der Kartoffel oder einer andern Culturpflanze angezeigt wird, man muss daher, für unsern Fall wenigstens, jene trostlose Annahme als aus der Luft gegriffen, zurückweisen. Es ist hier nicht der Ort, auf die Gründe näher einzugehen, welche man anders woher für die allgemeine Annahme einer Entartung durch Cultur oder ungeschlechtliche Vermehrung vorgebracht hat. Allein das eine mag kurz bemerkt werden, dass sich diese Annahme vielfach gerade auf die Wahrnehmung von Krankheiten gründet, welche ganz bestimmt in der Vegetation von Parasiten, die man übersah oder wegzudemonstriren suchte, ihre Ursache haben, dass also diese Annahme jedenfalls für sehr viele andere Fälle ganz ebenso wie für die Kartoffel unbegründet ist."

Von wichtigeren Culturgewächsen, die vegetativ vermehrt werden und deren Erkrankungen man diesem Umstande zugeschrieben hat, sind vor allen die Obstbäume zu nennen, speciell die Kernobstbäume, Apfel und Birne. Der Ursprung ihrer Cultur reicht in prähistorische Zeiten zurück, man kann aber nicht sagen, dass sie so lange immer durch Stecklinge oder Pfropfreiser fortgepflanzt worden seien [1]). Vielfach hat man die Bäume aus Samen gezogen, denn man erhält wenigstens bei vielen Birnensorten aus den Sämlingen Pflanzen, welche die characteristischen Merkmale festhalten und nicht in die wilde Form zurückschlagen [2]). Im engeren Sinne fasst man

1) Die Vermehrung durch Pfropfreiser ist in Europa die üblichste und für viele Sorten die allein ausführbare. Apfelstecklinge hat man erst in neuerer Zeit mit Erfolg bei uns gezogen. Von Südamerika dagegen wird erzählt, dass es dort genügt, armsdicke Aeste vom Mutterstamm abzureissen und in den Boden zu stecken, um in den nächsten Jahren ohne weiteres Zuthun Früchte zu ernten. (F. C. Binz, Stecklingszucht und Baumsatz in Wittmack's Gartenzeitung, 1883, p. 122—126.)

2) Ch. Darwin, Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Uebersetzt von Carus. Stuttgart 1873, I. Bd., p. 392.

als eine Sorte jedoch nur auf die Gesammtheit „der von einem bestimmten Sämlinge durch Reiser abstammenden Stämme“ [1]). Es wird nun angegeben [2]), dass von den 50 Aepfelsorten und 31 Birnensorten, welche J. Bauhin im Jahre 1598 beschreibt und abbildet, noch 19 Birnen- und 17 Aepfelsorten „zum Theil unter demselben Namen, in derselben Gegend nach mehr als 250 Jahren vorkommen und sich in guter Gesundheit befinden“. Nach van Mons kann das Alter unserer Birnensorten auf 200—300 Jahre angenommen werden, während Knight schon das durchschnittliche Alter der Aepfelsorten auf mindestens 200 Jahre, das der Birnensorten aber auf das Doppelte schätzt [3]). Beide Forscher sind der Ansicht — und ihnen schliesst sich Jessen natürlich an —, dass die alten Obstsorten infolge von Altersschwäche erkranken und absterben. „Durch Pfropfen und ungewöhnlich günstige Umstände (sorgfältig gewählten Standort u. s. w.) kann wohl die Dauer einer Sorte unnatürlich über das Maass der Samenpflanzen ausgedehnt werden, doch hört der kräftige Wuchs dann auf und es tritt bald eine Periode ein, über welche die Gebrechlichkeit des Alters sich nicht mehr antreiben lässt. Daher sind alle Sorten (d. h. wie oben, die aus einer Samenpflanze hervorgegangenen Gewächse) bei trägem Wuchse weit empfindlicher gegen Witterung, Lage und Boden. Junge Sorten dagegen wachsen kräftig und rasch und sind in ihrem meist reichlichen und regelmässigen Ertrage weniger von äusseren Einflüssen abhängig“ [4]). Die Art und Weise, wie sich die Altersschwäche äussern soll, beschreibt ein neuerer Züchter [5]) folgendermaassen: „Der Baum trägt wenig und oft

---

1) Jessen l. c. p. 283.
2) Jessen l. c. p. 196.
3) Jessen l. c. p. 217.
4) Id. eod. p. 211.
5) R. Zorn, Ueber die Altersschwäche von Obstsorten. (Der praktische Rathgeber im Obst- und Gartenbau, 1890, No. 34, p. 554.)

sehr spät, er wird vom Krebs, besonders dem Apfelkrebs, Spitzendürre (indem von oben herab die Zweige absterben) und anderen Krankheiten des Holzes und der Rinde stark und häufig befallen. Bei den Birnen kommt noch dazu ein Schorf oder Grind, wobei die Epidermis (oberste Rindenschicht) aufspringt. Auch sind die Bäume gegen Frost weniger widerstandsfähig. Hauptmerkmale bieten aber die Früchte selbst! Sie sind unansehnlich, krüppelhaft, klein, aufgesprungen, rissig und steinig, hart und ungeniessbar, besonders auch mit schwarzen Flecken bedeckt."

Dass gewisse Sorten in manchen Gegenden nicht mehr gedeihen, kann offenbar nach den Angaben und Klagen der Züchter nicht bestritten werden. So gibt Knight (1841) an, dass die alten Cydersorten in Herefordshire vor Alter krebsig und krank sind. Eine der ältesten Apfelsorten, der sog. Borsdorfer, welcher schon zu Anfang des XVI. Jahrhunderts Erwähnung findet, verschwindet nach Jessen's Angabe (1854) in ganz Norddeutschland mehr und mehr und unterliegt an vielen Orten dem Krebse. „Ueber sein langsames Wachsen, ein Zeichen seines hohen Alters, klagen alle neueren Obstzüchter." Es liessen sich noch mehrere solcher Angaben anführen [1]), bei denen aus der Kränklichkeit der Bäume einer Aepfel- oder Birnensorte auf ihre Altersschwäche geschlossen wird.

Dem stehen aber die Meinungen und Beobachtungen so vieler anderer Forscher und Züchter gegenüber, dass auch hier die Annahme einer Altersschwäche einer unbefangenen Beurtheilung nicht Stand halten kann. Jessen [2]) selbst gibt zu,

1) Solche Angaben finden wir auch in dem Aufsatze von L. Thüer über Altersschwäche und Lebensmüdigkeit der Pflanzen in der Gartenflora 1894, p. 147 und 177. Der Aufsatz ist mit einer solchen Voreingenommenheit und Oberflächlichkeit geschrieben, dass er einer eingehenden Widerlegung nicht werth ist.

2) Jessen l. c. p. 193.

„dass die Feststellung der Lebensdauer einer Obstsorte immer eine missliche ist, ja dass selbst das Verschwinden einer Sorte an einem Orte noch nicht genügt, um zu behaupten, dass überall die Sorte verschwunden sei“. Wie lässt es sich mit Knight's Theorie vereinigen, dass die Sorte, welche in einer Gegend abstirbt, in der andern noch sehr gut gedeiht? Gerade der Borsdorfer Apfel, der in Norddeutschland aussterben soll, trägt noch sehr gut in anderen Gegenden, wie Bolle[1]) mit Recht hervorhebt. In einem ähnlichen Sinne spricht sich Hogg[2]) über den „Golden Pippin“ aus, an dem Knight in seinen Culturen sehr viele Mängel gefunden hat; dieselben konnten nicht von Altersschwäche herrühren, denn man findet die Sorte noch jetzt (1875) in den ihr zusagenden Verhältnissen sehr üppig und fruchtbar. Croucher[3]) berichtet von dem sehr guten Gedeihen dieser Sorte in Sudbury (Essex, England) und ebenso tragen diese Bäume sehr schöne Früchte in Sussex[4]).

Anderseits ist es nicht wohl einzusehen, warum nur einige alte Sorten aussterben sollen, andere aber, die ebenso alt oder noch älter sind, unverändert bleiben; ein Umstand, den schon Lindley[5]) zu bedenken gibt. Als Beispiel sei angeführt der „Winterpearmain“, welcher wohl die älteste englische Sorte von Aepfeln ist, schon in Schriften um das Jahr 1200 genannt wird und dennoch keine Zeichen der Schwäche erkennen lässt[6]). Ferner wird die „Beurré gris“ von Bouché[7]) angeführt, als eine Sorte, die zu den ältesten Birnensorten

1) Bouché und Bolle, Degeneration aus Altersschwäche. (Monatsschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaus von Wittmack, 1875, p. 484.)

2) The Fruit Manuel. Citirt nach Botan. Jahresbericht, III. Bd., p. 995.

3) Gardener's Chronicle, 1875, Jan., p. 51.

4) Eod. 1875, Dez., p. 750.

5) Wie in einem diesen Gegenstand behandelnden Artikel des Gardener's Chronicle, 1875, I, p. 16 gesagt wird.

6) Nach Hogg. conf. Anm. 1.

7) Conf. Anm. 1.

gehört und doch im Allgemeinen gesund geblieben ist. Von andern Obstsorten erwähnt Bolle als analoges Beispiel die „Reine Claude" (eine Cultursorte der Pflaume, *Prunus insititia* L.), die schon von dem Jahre 1500 her datirt.

Man findet aber nicht nur einige sehr alte Sorten noch in gutem Gedeihen, sondern auch, dass Sorten, die erst in neuerer Zeit entstanden sind, in einem unpassenden Boden an denselben Fehlern leiden, die von Knight und seinen Anhängern als Zeichen der Altersschwäche angesehen werden. Overdieck[1]) führt als Beispiele neuerer Sorten Maria von Nantes und Hardenponts Winterbutterbirne an, welche in seinem jetzigen Gartenboden ebenso sehr an Grind leiden als die ältern Sorten, wie Wildling von Motte, Römische Schmalzbirne und Beurré blanc, „während andere, ohne Zweifel schon sehr alte Sorten (Kuhfuss, Rainbirn) in demselben Boden sehr gesund und kräftig vegetiren und Früchte tragen". Overdieck gehört wie die meisten neueren Pomologen zu denjenigen, welche leugnen, dass die Obstsorten durch das Alter schwächer und krankhafter werden. Speechley[2]) hat sogar den Satz aufgestellt, dass „der Apfel bei richtiger Cultur seine guten Eigenschaften behält, so lange Sonne und Erde bestehen". Diesem Ausspruch stimmen Lindley, Downing und De Candolle bei[3]). Schliesslich will ich auch noch die Worte eines Züchters anführen, den wir schon einmal citirt haben[4]) und dessen Beobachtungen aus der allerneuesten Zeit datiren:

1) Pomologische Monatshefte von Overdieck und Lucas, 1875, p. 240. Citirt nach Botanischem Jahresbericht, Bd. III, p. 995.

2) Gardener's Chronicle, 1875, Jan., p. 16.

3) Eodem. — Mit der Widerlegung der Ansichten von Knight und van Mons beschäftigt sich vorzugsweise das Werk von Dochnahl. (Die Lebensdauer der durch ungeschlechtliche Vermehrung erhaltenen Gewächse, besonders der Culturpflanzen, Berlin 1854), das ich leider nicht selbst einsehen konnte.

4) R. Zorn l. c.

„Es ist bisher nicht gelungen zu beweisen, dass unsere alten Obstsorten altersschwach seien. Zur Zeit müssen wir feststellen, dass die als Altersschwäche geltenden Krankheiten auch bei allen anderen neueren Sorten unter denselben Verhältnissen auftreten und dass diese Erscheinungen bei günstigen Bedingungen auch an den alten Sorten nicht bemerkbar sind. In zusagenden und besonders aus Erfahrung als passend anerkannten Böden und Lagen möge man diese alten guten Sorten deshalb noch ebenso fleissig anpflanzen als andere, dagegen sehe man in allen ungünstigen Verhältnissen, besonders also in zu trockenen, bindigen, kalten, unfruchtbaren und erschöpften Böden, sowie ungeschützten Lagen von ihrer Cultur ab und pflanze dafür geeignetere. Wir tragen dadurch dazu bei, dass die weitere Cultur so trefflicher und beliebter Sorten, Edelborsdorfer, Gravensteiner, weisse Herbstbutterbirne etc. in allen geeigneten Verhältnissen nicht aufgegeben wird."

Von dem letztgenannten Autor werden also besonders die ungünstigen Verhältnisse des Bodens und der Witterung als Ursachen des Absterbens in Betracht gezogen. Häufig treten aber auch ganz specifische Krankheiten auf, denn es wurde ja, wie wir gesehen haben, z. B. darüber geklagt, dass die Sorten „vor Alter" krebskrank werden. Die Obstbäume werden aber ebensowenig aus Altersschwäche vom Krebs befallen wie der Weinstock vom Mehlthau oder die Kartoffel von der *Phytophthora.* Die Frage, worauf eigentlich die Erscheinungen [1]) der

1) Der Krebs erscheint in Form von Wundstellen an Zweigen und Aesten, besonders der Kernholzbäume. Diese Wunden schliessen sich nicht, sondern vergrössern sich immer mehr, weil immer neue Verwundungen an den Ueberwallungsrändern den Heilungsprocess stören. Ausserdem findet an diesen Stellen eine abnorme Holzbildung statt, indem an Stelle von echtem Holz ein weiches parenchymatisches Gewebe gebildet wird. Durch diese Erscheinungen unterscheidet sich der Krebs von allen anderen mehr oder weniger in Heilung begriffenen Wunden. (Nach Frank, Pflanzenkrankheiten, 1. Auflage, p. 158.)

Krebskrankheit beruhen, ist zur Zeit noch nicht in allen Fällen zu beantworten. Sehr oft ist aber der Stich der Blutlaus (*Schizoneura lanigera* Hausm.) die Ursache des Krebses (Fig. 15). Wir haben es hier also wiederum mit einem Parasiten zu thun, der wie die meisten andern sehr leicht von einer Pflanze auf die andere übertragen wird. Auch liefern die von krebskranken Bäumen genommenen Pfropfreiser meist wieder krebskranke Exemplare. Es ist deshalb kein Wunder, wenn in einer Gegend, wo sich an einem Baume Krebs eingestellt hat, bald die ganze Cultur von dieser Krankheit ergriffen wird. In solchen Fällen hat man dann wohl geglaubt, dass die Bäume besonders prädisponirt dazu gewesen sein müssten und zur Erklärung der Prädisposition die Sorten als altersschwach hingestellt. Die Blutlaus fragt aber nicht danach, ob die Sorte alt oder jung, der Baum aus einem Pfropfreis, einem Steckling oder Samen gezogen ist, und so fallen denn auch hier alle Gründe für das Vorhandensein einer Prädisposition fort. Dass über den Krebs erst in den letzten Decennien geklagt wird, beruht wahrscheinlich darauf, dass die Blutlaus aus Amerika gekommen und erst seit Anfang der vierziger Jahre in Europa aufgetreten ist, wo sie sich zuerst in Frankreich und England, dann im nördlichen und westlichen Deutschland zeigte und sich seit Mitte der achtziger Jahre auch nach Süddeutschland und Oesterreich verbreitete [1].



Fig. 15. Zweig eines Apfelbaums mit Krebs (nach Frank).

Auf die anderen durch thierische oder pflanzliche Parasiten

1) Vergl. Frank, Krankheiten der Pflanzen, 2. Auflage, p. 167—172.

hervorgerufenen Krankheiten der Obstbäume kann hier nicht eingegangen werden. Es sei nur erwähnt, dass nach von Thuemen's Angabe[1]) der Apfelbaum 239, der Birnbaum 205 Arten von Pilzen beherbergt, von denen freilich nicht alle besondere Erkrankungen bedingen. Wo dies aber der Fall ist, da ist eben der Parasit auch der wirkliche Krankheitserreger, niemals ist erwiesen, dass eine besondere Prädisposition für sein Auftreten vorhanden zu sein braucht.

Somit liegen denn die Verhältnisse bei den Obstbäumen nicht anders als bei den vorher betrachteten Culturgewächsen. Wir hoffen auch hier nachgewiesen zu haben, dass die so lange Zeit befolgte Methode der ungeschlechtlichen Vermehrung nichts bewirkt hat, was als Altersschwäche angesehen werden kann. Wir können daraus schliessen, dass eine Abwendung der unsere Culturpflanzen befallenden Krankheiten nicht von einer Aenderung in der Art ihrer Vermehrung und Fortpflanzung zu erwarten ist, sondern dass dazu nur die Anwendung specieller, dem betreffenden Krankheitserreger angepasster, Mittel führen kann.

Dies gilt auch von der Serehkrankheit des Zuckerrohrs, deren Ursache trotz besonderer mit ihrer Erforschung beauftragter Versuchsstationen immer noch nicht aufgeklärt ist, von Einigen aber, besonders den Züchtern, in der beständigen vegetativen Vermehrung der Pflanze gesucht wird[2]). In China und Indien wird das Zuckerrohr *(Saccharum officinarum)* seit uralter Zeit cultivirt und jetzt hat sich seine Cultur über die

---

1) von Thuemen, Die Pilze der Obstgewächse. Namentliches Verzeichniss aller bisher bekannt gewordenen und beschriebenen Pilzarten, welche auf unsern Obstbäumen, Obststräuchern und krautartigen Obstpflanzen vorkommen. Wien 1887.

2) Diese Ansicht war der Grund, aus dem mich im Jahre 1890 Dr. Benecke, damals Director der Versuchsstation Midden-Java zu Semarang auf Java aufforderte, zu untersuchen, was es mit der angeblichen Degeneration vegetativ vermehrter Pflanzen für eine Bewandtniss habe.

ganze heisse Zone ausgebreitet. Man zieht nun das Zuckerrohr — und dies geschieht vermuthlich so seit den Anfängen seines Anbaues — nicht aus Samen, sondern aus Stecklingen (Bibits), nämlich Abschnitten des Halmes, die an ihren Knoten leicht neue Sprosse aus den schon vorhandenen „Augen" entwickeln, nachdem man sie horizontal oder ein wenig schräg in die Erde gelegt hat. Eine Anzucht aus Samen verbietet sich von selbst, weil die Pflanze nur selten keimfähige Samen hervorbringt, worauf wir im III. Kapitel noch zu sprechen kommen. Seit ca. 15 Jahren werden die Culturen des Zuckerrohres von einer Krankheit heimgesucht, die auf Java als Sereh bezeichnet wird, weil die Pflanze dabei das Aus-



Fig. 16. ***Saccharum officinarum.*** *A* **Kräftig** entwickelter Spross, *B* stark von der Sereh befallener Spross. *A* und *B* in gleichem Verhältniss verkleinert. *C* ein Steckreis oder Bibit. (Nach Benecke und Soltwedel.)

sehen eines niedrigen, fächerförmig verzweigten Busches annimmt und einem Grasbusch von *Andropogon Schoenanthus,* für welchen der javanische Name „Sereh" ist, ähnlich sieht (Fig. 16). Was die Symptome und die muthmaasslichen Ursachen der Seuche betrifft, so kann auf die Darstellung in Frank's Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten (Band II, p. 30, 1896) verwiesen werden. Frank schliesst sich der Meinung an, dass Bacterien die primäre Ursache der Erkrankung seien; nach Benecke ist die Sereh eine Complication verschiedenartiger Erkrankungen und ihm ist es noch zweifelhaft ob das, was er die Rothschleimkrankheit nennt, durch Bacterien verursacht wird. Wir können dies aber hier dahingestellt sein lassen und brauchen nur das Auftreten und Fortschreiten der Krankheit in den betreffenden Distrikten zu betrachten, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass wir es jedenfalls mit einer durch Infection hervorgerufenen und sich ausbreitenden Epidemie zu thun haben, besonders in Hinsicht auf Java, wo die Krankheit, nach Krüger, deutlich ein Fortschreiten von Westen nach Osten erkennen lässt. Wie ein solches Verhalten durch „Altersschwäche" zu erklären sei kann man nicht begreifen, während es nichts Unerhörtes ist, dass contagiöse Epidemien mit einem Mal auftreten, ohne dass man bis dahin etwas von ihnen gewusst hat. Wenn ferner die Sereh auf inneren Ursachen beruhte, nämlich eine durch die vegetative Vermehrungsweise hervorgerufene Degenerationserscheinung wäre, so müsste sie an allen Pflanzen auftreten, die aus Stecklingen gezogen sind, aus Samen gezogene Pflanzen dagegen verschonen. Allein man erhält aus gesunden Stecklingen ebenso gesunde Pflanzen wie aus Samen, wenn sie nicht nachträglich durch kranke inficirt werden, und man sieht nicht in der Anzucht aus Samen, welche aus gewissen anderen Gründen schon 1889 von Benecke empfohlen wurde [1]), sondern

1) Over Suikerriet uit „Zaad". Semarang 1889 (Referat im botanischen Centralblatt, Bd. XLII, p. 177). Neuerdings macht auch Wakker unter

in der Wahl gesunder Stecklinge und deren sorgfältiger Cultur das einzige Mittel, um der Serehkrankheit vorzubeugen. Vielleicht wird man sich auch auf solche indirecte Mittel beschränken müssen, selbst wenn man die Ursache der Seuche genauer kennen lernt, da ihre Erzeuger nicht die Pflanze von aussen angreifende Schädlinge zu sein scheinen, wie der Mehlthau der Reben, der durch Bespritzen mit fungiciden Lösungen bekämpft werden kann. Jedenfalls ist noch nicht der geringste Beweis beigebracht worden, dass das Zuckerrohr, dessen Anbau aus älteren Zeiten datirt, als der aller unserer einheimischen Culturpflanzen, und das immer durch Stecklinge vermehrt worden ist, nur in Folge von Altersschwäche serehkrank werde.

Noch einige Punkte bleiben jetzt zu erwähnen, auf die wir aber nur mit wenigen Worten hinzuweisen brauchen. Man schliesst aus dem Auftreten von Epidemien bei Kartoffeln und anderen vegetativ vermehrten Culturpflanzen auf ihre Altersschwäche und sieht in letzterer die Erklärung für jene: wie steht es nun mit den Culturpflanzen, die immer aus Samen gezogen werden? Es ist nicht zu bestreiten, dass auch sie von Krankheiten in ausgedehntem Maasse heimgesucht werden. Der Serehkrankheit des Zuckerrohrs oder dem Mehlthau der Reben kann die Blattkrankheit des Kaffeebaumes entgegengesetzt werden, die, durch einen Pilz (*Hemileia vastatrix*) hervorgerufen, furchtbare Verheerungen in den Plantagen anrichtet an einer Pflanze, die immer aus Samen gezogen wird. Dergleichen Beispiele könnten noch mehrere angeführt werden.

Auf diese Verhältnisse weist auch De Bary hin und bemerkt[1]): „Unter den Culturgewächsen sind z. B. die Getreidearten mindestens ebensosehr von Schmarotzern heimgesucht,

---

geflissentlicher Verschweigung von Benecke's Namen auf die Anzucht aus Samen zur Gewinnung neuer Varietäten aufmerksam. (Botan. Centralblatt, Bd. LXVI, p. 1.)

1) De Bary, Kartoffelkrankheit, p. 60.

als irgend eine durch Ableger, Knollen, Schösslinge vermehrte Art". Epidemische Krankheiten finden sich ferner beispielsweise bei Runkelrüben, Gurken und Melonen, die ich gerade deswegen erwähne, weil sie auch von Jessen angeführt werden. Bei den einmal blühenden Pflanzen findet er eine genügende Erklärung ihrer Krankheit in „zu rascher Entwicklung, Missverhältniss in der Temperatur und Ernährung". Die Pilze, wo solche nachgewiesen sind, wie beim Weizen, der Runkelrübe und der Gurke sind bei ihm nur Begleiterscheinungen der Krankheit, welche immer „vor den Pilzen da ist". Der Standpunkt dieses Autors wird von den wenigsten mehr getheilt werden: es verhält sich vielmehr bei den einmal blühenden Gewächsen wie bei den ausdauernden, sie werden von Pilzen und anderen Schmarotzern befallen und diese rufen die Krankheit hervor; die anderen Umstände beeinflussen nur die stärkere oder geringere Heftigkeit und Ausdehnung derselben, je nachdem sie der Entwicklung der Schmarotzer günstig oder ungünstig sind. Wie würde es sich sonst erklären lassen, dass in einem Getreidefeld kranke und gesunde Halme, die doch alle den gleichen äusseren Verhältnissen ausgesetzt sind, neben einander stehen? Schon Payen hat im Jahre 1853 auf diesen Umstand aufmerksam gemacht. Allerdings müssen wir gestehen, dass wir nicht in allen Fällen genau über die Natur und Wirkung des Parasiten unterrichtet sind; aber man mag die Ursache der Krankheiten suchen worin man will: bei den durch Samen vermehrten Pflanzen kann man keine Altersschwäche zur Erklärung zu Hilfe nehmen. Dies sollte doch schon zur Vorsicht mahnen, es bei den Pflanzen zu thun, die auf vegetativem Wege fortgepflanzt werden. Wenn beide Pflanzenformen in gleichem Maasse von Krankheiten heimgesucht werden, so werden die allgemeinen Ursachen auch wohl bei beiden auf demselben Principe beruhen.

Während sich das eben Gesagte nur auf die vom Menschen

angebauten Gewächse bezog, so können schliesslich auch die wildwachsenden Pflanzen zum Vergleiche und zur Unterstützung der hier vertheidigten Ansicht dienen, denn bei ihnen treten ebenfalls Krankheiten, oft geradezu epidemisch, auf. Und zwar sind es nicht bloss ausdauernde, vielfach vegetativ sich vermehrende Pflanzen, sondern ebensosehr ein- und zweijährige, sich nur durch Samen vermehrende Arten, welche von Krankheiten heimgesucht werden, so dass auf keinen Fall von Altersschwäche die Rede sein kann. Auf diesen Umstand legt auch De Bary ein besonderes Gewicht für den Nachweis, dass bei der Kartoffel keine Prädisposition durch Altersschwäche vorhanden ist. Er führt folgende Beispiele an[1]: Zunächst von perennirenden Pflanzen die Waldanemone (*Anemone nemorosa*), auf der drei bis vier Parasiten sehr häufig sind, besonders eine *Peronospora (P. macrocarpa)*, und bei der man oft auf weite Strecken kaum einzelne Blätter findet, welche davon ganz frei wären. „Der Waldmeister *(Asperula odorata)*, der gewöhnliche Hühnerdarm *(Stellaria media)* werden je von einer besonderen *Peronospora* so häufig und massenhaft heimgesucht, dass man oft in weiter Ausdehnung die meisten Exemplare dieser geselligen Pflanzen befallen und verunstaltet findet. Die Quecke (*Triticum repens*) wird von den Rostpilzen gewiss mindestens so häufig und massenhaft wie die Getreidearten, die Wolfsmilcharten (*Euphorbia Cyparissias* und andere) werden von ähnlichen Pilzen so sehr häufig bewohnt, dass man an vielen Stellen wenigstens soviel pilzbehaftete und verunstaltete als gesunde Stöcke finden kann". „Von wildwachsenden einjährigen Gewächsen werden das Täschelkraut *(Capsella)* von dem sogenannten weissen Roste (*Cystopus)*, der Bocksbart oder Haferwurz (*Tragopogon*) von dreierlei oft mit einander auftretenden Pilzen, die Klatschrose *(Papaver Rhoeas)*, die Klapper-

1) Kartoffelkrankheit, p. 60.

topf-*(Rhinanthus-)*Arten von *Peronospora Papaveris* und *densa* mindestens ebenso oft bewohnt und krank gemacht, als irgend eine Culturpflanze durch einen Schmarotzer."

Dass uns die Krankheiten der wildwachsenden Pflanzen weniger in die Augen zu fallen pflegen, als die der angebauten, ist nicht zu verwundern. Denn wir beachten die letzteren natürlich viel mehr, weil das Gedeihen unserer Culturpflanzen von viel grösserem Interesse für uns ist, als das der meisten nicht cultivirten. Sodann aber ist vor allem der Umstand zu beachten, dass selten dieselbe Pflanzenart so gleichmässig über grosse Flächen verbreitet ist, wie es sich bei den Culturpflanzen findet, dass also ein Pilz oder anderer Schmarotzer seine Nährpflanzen so dicht neben einander wachsend antrifft und ihm dadurch die Ausbreitung so leicht gemacht wird. „Wo jedoch eine wildwachsende Art eine Bodenstrecke so dicht bedeckt wie die Culturpflanzen unsere Aecker, da findet sich gar oft dieselbe gleichmässige Verbreitung des Parasiten über alle ihre Individuen wie bei jenen; die angeführten Beispiele von der Anemone und dem Waldmeister können das jedem Aufmerksamen zeigen" [1]).

So dienen denn hoffentlich auch die hier über die Erkrankungen der spontan wachsenden Pflanzen gemachten Bemerkungen dazu, die Ansicht, dass bei den Krankheiten von Cultursorten ausdauernder Gewächse die Altersschwäche eine Rolle spielt, zu entkräften. Und noch eines sei denjenigen, welche darauf dringen, dass man die alten Sorten durch Zucht aus Samen „aufbessere", zu bedenken gegeben: Hat nicht auch diese Culturmethode ihre Schwächen und Gefahren und bietet Nachtheile, welche bei der Vermehrung durch Knollen, Stecklinge u. dergl. nicht in demselben Maasse vorhanden sind? Stecklinge und Knollen sind doch von Anfang an weit robuster

---

1) De Bary, l. c.

als die jungen Sämlinge, sie erscheinen widerstandsfähiger gegen die Witterungsverhältnisse und können auch dem Eindringen von Schmarotzern vermöge der Ausbildung ihrer Gewebe einen grösseren Widerstand entgegensetzen: es ist deshalb zu erwarten, dass sie leichter anwachsen werden als die Sämlinge. Dass es besondere Keimlingskrankheiten der Culturpflanzen gibt, ist mehrfach beobachtet worden [1]). Die betreffenden Krankheiten „zeigen sich stets in hohem Grade verderblich, ihr Auftreten ist immer epidemisch und niemals kann an eine Rettung auch nur gedacht werden, weder auf curativem Wege noch mit Hülfe der eigenen, dem betreffenden Gewächse selbst innewohnenden Lebenskraft". So richtet der Pilz *Phytophthora omnivora* unter den Buchenkeimlingen grosse Verheerungen an und ruft auch an vielen andern Pflanzenarten das sog. Umfallen der Keimpflanzen hervor. Mit demselben Namen oder als Wurzelbrand der Keimpflanzen wird die von einem verwandten Pilze, *Pythium de Baryanum* verursachte Epidemie bezeichnet, die gerade bei einer Anzahl von Culturpflanzen die Keimlinge befällt, nämlich von *Zea Mais, Panicum miliaceum, Camelina sativa, Trifolium repens, Spergula arvensis, Sinapis nigra, Beta vulgaris* und manchen anderen. Sämlingen, die ein gewisses Alter und damit eine gewisse Erstarkung ihrer Stengelbasis erreicht haben, werden diese Pilze nicht mehr gefährlich und erwachsene Pflanzen oder deren Theile werden von ihnen nicht angegriffen [2]).

Wenn nun auch diese Erscheinung direct nichts mit der Frage nach der Altersschwäche der Cultursorten zu thun hat, so ist es doch vielleicht von gewisser practischer Bedeutung,

---

1) von Thuemen, Ueber zwei für die Landwirthschaft wichtige Keimlingskrankheiten. (Fühling's landwirthschaftliche Zeitung, 1885, Jahrgang 34, p. 513—517.)

2) Ueber diese Erkrankungen vergl. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, Bd. II, p. 79 und p. 87.

zu zeigen, dass man nicht glauben soll, mit der Zucht aus Samen wäre jeder Gefahr für die Culturen vorgebeugt. Wir sehen dabei ganz ab von den Schwierigkeiten, welche es bei vielen angebauten Pflanzen haben würde, keimfähige Samen zu erlangen und Sämlinge aus ihnen zu ziehen, was besonders, wie oben erwähnt, für das Zuckerrohr gilt.

Wir gehen auf diese Verhältnisse nicht weiter ein, sondern fassen nur noch die im Vorstehenden gegebenen Ausführungen kurz zusammen.

Dass die Altersschwäche der auf geschlechtslosem Wege vermehrten Pflanzen nur in der Einbildung gewisser Autoren und Züchter besteht, aber nicht mit Nothwendigkeit aus der Beschaffenheit der zur vegetativen Vermehrung dienenden Pflanzentheile hervorgeht, haben wir aus theoretischen Gründen zu beweisen gesucht. Wir bestritten, dass die ganze „Sorte“ als ein fortgesetztes Individuum zu betrachten ist und dass die Vermehrung durch Stecklinge, Ableger, Knollen etc. eine unnatürliche ist. Bei der Besprechung der unsere Ansicht bestätigenden Verhältnisse haben wir zuerst gezeigt, dass auch in der Natur viele Pflanzen auf die Dauer sich vegetativ vermehren, ohne dass sich nachweisen lässt, dass das Fehlen der sexuellen Reproduction eine minder kräftige Entwicklung der Pflanzen bewirkt. Ferner wurde angeführt, dass es Culturpflanzen gibt, die seit sehr langer Zeit ausschliesslich vegetativ vermehrt werden und einige, die nur so vermehrt werden können, nichtsdestoweniger aber noch vollkommen gesund und kräftig sind. Von den cultivirten und vegetativ fortgepflanzten Gewächsen aber, die von epidemischen Krankheiten zu leiden haben, konnten wir fast überall den Nachweis führen, dass die Krankheit durch äussere Ursachen, meistens durch Parasiten, hervorgerufen wird und dass wir diesen Pflanzen auch keine Prädisposition zu Krankheiten zuzuschreiben brauchen. Es wurde sodann darauf hingewiesen, dass auf dieselbe Weise wie die soeben ange-

führten Pflanzen auch die fortwährend aus Samen gezogenen Culturpflanzen von Krankheiten befallen werden und dass Epidemien selbst bei wildwachsenden Pflanzen, einjährigen wie mehrjährigen, auftreten können. Demnach sind die Erkrankungen der durch Knollen, Stecklinge etc. vermehrten Culturgewächse keine diesen eigenthümlichen Erscheinungen, sie treten nur aus leicht begreiflichen Gründen bei ihnen auffallender hervor und verbreiten sich schneller.

KAPITEL III.

Ueber die Umstände, von denen das Blühen der Pflanzen abhängt.

Da nach biologischer Erklärung die Blüthen die zur Frucht- und Samenbildung dienenden Organe sind, so haben wir uns in diesem Kapitel eigentlich auch nur mit den Samenpflanzen oder Phanerogamen zu beschäftigen. Die Blüthenbiologie nun betrachtet die Blüthen wesentlich nur von dem Gesichtspuncte aus, dass sie in ihnen die Mittel zur Fruchtbildung sieht, und untersucht, in welcher Beziehung die verschiedenen Eigenschaften der Blüthen, wie ihr Bau, ihre Stellung, ihre Entwicklungsperioden u. dergl. zur Befruchtung oder wenigstens zur Bestäubung stehen. Die Blüthenbiologie in diesem Sinne erfreut sich einer sehr reichhaltigen Litteratur, während diejenigen Umstände, von denen das Blühen überhaupt abhängt, bisher nur gelegentlich berücksichtigt worden sind. Das kann uns auch nicht verwundern, da die Blüthen für das Leben der Pflanze nur als Mittel zur Fruchtbildung von Bedeutung sind.

Das Blühen einer Pflanze bedingt aber nicht immer deren Fruchten, denn abgesehen davon, dass Pflanzen, welche nur männliche Blüthen haben, keine Früchte produciren können, so gibt es bekanntlich auch Fälle, wo aus den weiblichen Organen sich keine Früchte entwickeln, sei es, dass die Befruchtung ausgeblieben ist, sei es, dass trotz erfolgter Befruchtung die Ungunst

äusserer Verhältnisse die Blüthe nicht zur Frucht reifen lässt. Für die Vermehrung der Pflanzen, also für die Erhaltung der Species, kommt es natürlich nur darauf an, ob die Früchte und Samen reifen, und ein erfolgloses Blühen hat nicht mehr Werth als das Ausbleiben der Blüthe. So kann es uns auch bei den Pflanzen, die wir ihrer Früchte oder Samen wegen cultiviren, nichts nutzen, wenn sie noch so reichlich blühen und dann doch keine Früchte ansetzen. Desshalb hat man immer mehr Aufmerksamkeit auf die Verhältnisse gerichtet, von denen die Fruchtbildung der Pflanze abhängt, als auf diejenigen, welche das Blühen hemmen oder befördern. Für die letzteren wollen wir nun im Folgenden versuchen, alles zusammenzustellen, was an Beobachtungen darüber vorliegt. Wir werden sehen, dass einestheils nur innere, dem Character der Species eigenthümliche Gründe maassgebend sind, dass aber andererseits auch äussere Agentien eine Wirkung ausüben. Natürlich ist mit der Erkenntniss des Zusammenhanges eines Lebensprocesses mit einem äusseren Factor noch keine Erklärung gegeben. Wenn wir finden, dass Feuchtigkeit die Entwicklung der vegetativen Organe der Pflanze befördert, die Blüthenbildung dagegen zurückhält, so beruht dies eben auf dem inneren Wesen der Pflanze, auf die Feuchtigkeit derartig zu reagiren. Indessen sind wir doch insofern etwas weiter gekommen, als wir es nicht mehr mit speciellen Eigenthümlichkeiten bestimmter Pflanzenarten zu thun haben, sondern mit einer für viele Pflanzen gültigen Regel. Dazu kommt noch, dass sich aus der Kenntniss derartiger Regeln unter Umständen gewisse Lehren für die Behandlung der Pflanzen in der Cultur ableiten lassen. Nur sind wir leider nicht immer im Stande, die betreffenden Verhältnisse, wie Wärme, Feuchtigkeit, Beleuchtung, so zu gestalten, wie es für unsere Zwecke wünschenswerth erscheint.

Wir wollen zunächst das Blühen der Pflanze als eine Phase ihres Entwicklungsganges betrachten, die aus inneren, durch

Vererbung fixirten Gründen zu einer bestimmten Zeit eintritt. Wir wissen, dass die Entwicklung der verschiedenen Pflanzen derartig ungleich ist, dass die genannte Phase nur einmal, sei es früher, sei es später, eintritt oder dass sie sich in mehr oder weniger regelmässigen Perioden wiederholt. Man kann danach hauptsächlich zwei Gruppen unter den Pflanzen unterscheiden, die einmal und die wiederholt blühenden, die ersteren pflegen als hapaxanthische oder monokarpe, die letzteren als polykarpe Pflanzen bezeichnet zu werden.

Die hapaxanthischen Pflanzen wiederum kann man unterscheiden nach der Länge der Zeit, welche sie von der Keimung an bis zur Blüthenbildung in Anspruch nehmen. Wir haben hier zunächst die sog. einjährigen Pflanzen, die in einer Vegetationsperiode ihren Entwicklungsgang, somit auch Blühen und Fruchten, beendigen. Sie finden sich besonders reichlich in solchen Zonen, wo scharfe Unterschiede der Jahreszeiten herrschen, wo der Pflanzenwuchs durch Kälte oder Trockenheit auf eine längere Zeit unterbrochen ist. Europa ist reich an solchen einjährigen Pflanzen, die im Frühling keimen, im Sommer blühen und nach der Fruchtreife im Herbst vollkommen absterben bis auf die Samen, die den Winter im Ruhezustand verbringen. So verhalten sich auch viele Gräser, besonders die in den gemässigten Zonen als Sommergetreide angebauten Arten. Gerade dem Umstand, dass die Gräser bereits in demselben Jahre, in dem sie ausgesäet werden, zur Blüthe und Fruchtreife kommen, verdanken sie es, dass sie zu den Pflanzen gehören, die von den Menschen zuerst in Cultur genommen worden sind.

Manche Pflanzen aber entwickeln sich noch schneller, so dass während eines Sommers mehrere Generationen von ihnen zur Blüthe kommen und Samen reifen, die sofort keimfähig sind. Man unterscheidet sie von den oben erwähnten einjährigen

Pflanzen als ephemere[1]): als Beispiel sei nur der fast über die ganze Erde verbreitete Hühnerdarm (*Stellaria media*) genannt.

Ihnen gegenüber stehen dann diejenigen hapaxanthischen Pflanzen, welche mehr als ein Jahr brauchen, um zu blühen. Viele derselben besitzen eine zweijährige Lebensdauer, entwickeln im ersten Jahre nur Vegetationsorgane, im zweiten auch Blüthen und Früchte. Es sind dies die sogen. Stauden und zu ihnen gehören viele *Umbelliferen*, *Cruciferen*, *Scrophulariaceen* und andere Formen des europäischen Florengebietes. Sie produciren im ersten Jahre nur einen kurzen, unten in die Wurzel übergehenden Stamm, der über der Erde eine Blattrosette entfaltet. Die Blätter sterben im Winter theilweise ab, Wurzel und Stamm bleiben aber erhalten und letzterer treibt im nächsten Jahre nicht nur Blätter, sondern wächst auch in einen blüthentragenden Stengel aus. Damit ist aber die Kraft der Pflanze erschöpft und sie stirbt, nachdem die Früchte ausgebildet sind, ab.

Auch von Gräsern gibt es mehrere, die sich im ersten Jahre nur bestocken und erst im zweiten die ährentragenden Halme treiben. Etwas anderes ist es mit dem sog. Wintergetreide, das zwar auch unter die zweijährigen Pflanzen gerechnet wird. Hier ist nur insofern ein Unterschied von dem rein einjährigen Sommergetreide, als ersteres, im Herbst gesäet, noch vor dem Winter keimt, dann eine Ruheperiode durchmacht und sich im Frühling direct weiter entwickelt, so dass es im Sommer zur Blüthe kommt. Es gehört also das so cultivirte Getreide eigentlich zu den einjährigen Pflanzen, die nur durch die Aussaat im Herbst zu einer unterbrochenen Entwicklung gezwungen werden. Bei den eigentlichen Stauden dagegen ist der Stamm im ersten Jahre noch nicht kräftig genug, um Blüthen treiben zu können; er beschränkt sich zunächst darauf, Assimilationsorgane zu

1) Wiesner, Biologie der Pflanzen (Wien 1889) p. 22.

produciren, durch deren Thätigkeit soviel Stoff aufgespeichert wird, dass im zweiten Jahr genug Material zur Blüthen-, resp. auch Fruchtbildung vorhanden ist.

Andere Pflanzen bedürfen noch längerer Zeit, um diesen Zustand zu erreichen, besonders solche, die sehr grosse Inflorescenzen entwickeln. Es können hier wieder manche *Umbelliferen* genannt werden, z. B. die in den persischen Steppen einheimischen *Scorodosma foetidum* und *Dorema Ammoniacum.* Bei ihnen werden in mehreren Jahren nur Blattrosetten gebildet, bis schliesslich die grosse Inflorescenz erscheint, nach deren Ausbildung die ganze Pflanze abstirbt, Wohl das bekannteste Beispiel dieser Art ist die sog. hundertjährige Aloë, *Agave Americana.* „Es vergehen oft 20, 30, angeblich selbst 100 Jahre, in welchem langen Zeitraume diese Pflanze über die Bildung des bodenständigen, mit rosettig gruppirten Blättern besetzten Kurztriebes nicht hinauskommt. Endlich erhebt sich aus der Mitte der Rosette ein Langtrieb, welcher mit einem umfangreichen Blüthenstande abschliesst. Sobald sich aus den Blüthen Früchte herausgebildet haben und die Samen ausgeflogen sind, stirbt dann, ähnlich wie bei den zweijährigen Pflanzen, nicht nur dieser Langtrieb, sondern auch der Kurztrieb mit seinen grossen, dornig gezahnten, starren Rosettenblättern gänzlich ab“[1]).

Solche, mehrere und selbst viele Jahre ausdauernde, aber nach einmaliger Blüthen- und Fruchtbildung zu Grunde gehende Pflanzen können als perennirende Monokarpen bezeichnet werden[2]). Die Ursache ihres Absterbens ist die Erschöpfung, in die sie durch die Entwicklung des grossen Blüthenstandes gerathen; derselbe erreicht bei der erwähnten Agave die Höhe von 5—7 Meter! Zu einer solchen Leistung ist die Pflanze erst nach längerer Zeit fähig und so können wir sagen, dass das Alter des Individuums von wesentlichem

1) Nach Kerner, Pflanzenleben, Bd. I, p. 618.
2) Wiesner l. c. p. 22.

Einfluss auf das Blühen der Pflanzen ist. Wir sehen dies aber nicht nur bei den monokarpen, sondern auch bei den perennirenden, wiederholt blühenden Pflanzen, von denen wir wiederum verschiedene Formen unterscheiden können.

Zunächst gibt es solche, bei denen nur die unterirdischen Triebe ausdauern und die oberirdischen in jedem Jahre neu gebildet werden. Hierher gehören die meisten Gräser und vor allem diejenigen, welche eine geschlossene Grasnarbe bilden. Solche Pflanzen, zu denen ausser den Gräsern noch viele andere zu rechnen sind, pflegen in dem ersten oder auch in den ersten Jahren nach der Keimung nur Blatttriebe zu entwickeln, bis der Wurzelstock kräftig genug ist, auch Blüthentriebe zu produciren, welche aber nun in jedem Jahre wieder erscheinen im Gegensatz zu den Stauden und perennirenden Monokarpen.

Als Büsche oder Virgulta [1]) werden sodann solche Pflanzen bezeichnet, deren unterirdische Triebe ausdauern und deren oberirdische Theile zu ihrer Entwicklung mehr als ein Jahr gebrauchen oder sich überhaupt unabhängig von der Jahreszeit entwickeln, so dass jedenfalls immer solche oberirdische Triebe vorhanden sind. Die oberirdischen Triebe können bereits im ersten Jahre, in dem sie entstanden sind, blühen, z. B. bei *Rubus odoratus,* bei welcher Art sie dann im zweiten Jahre nochmals blühen, um darauf abzusterben. Bei *Rubus Idaeus* dagegen blühen die ebenfalls zweijährigen Triebe erst im zweiten Jahre, während sie im ersten nur Blätter treiben. Zu dieser Gruppe der Virgulta gehören die Bananen, aber auch bei *Musa* verhalten sich die einzelnen Arten verschieden und bei manchen (z. B. *Musa Ensete)* dauert es mehrere Jahre, bis aus dem Blatttrieb, der den scheinbaren oberirdischen

---

1) Vergl. den Aufsatz von Krause in den Berichten der deutschen bot. Gesellschaft, 1891, p. 233.

Stamm darstellt, ein Blüthenstand hervorkommt; nach der Fruchtreife stirbt dieser ganze Trieb ab.

Das Zuckerrohr zeigt in Beziehung auf das Blühen so eigenthümliche und noch wenig bekannte Verhältnisse, dass dieselben hier nach den Angaben Benecke's[1]) etwas eingehender besprochen werden sollen.

„In der Litteratur wird bis auf die neueste Zeit die Behauptung aufgestellt, dass das Zuckerrohr „selten blüht". Jeder Pflanzer auf Java weiss, dass dies leider[2]) nicht der Fall ist. Woher dieser Irrthum stammt, ist mir unbekannt; immerhin ist es nicht unmöglich, dass es Gegenden gibt, wo das cultivirte Zuckerrohr klimatischer Verhältnisse wegen bis zur Zeit seiner Verarbeitung nicht zur Blüthe gelangt; darauf könnte die irrthümlicher Weise allgemein gehaltene Behauptung basiren.

Wir haben Jahre auf Java, in welchen das Zuckerrohr überreichlich blüht, sodass man schon aus weiter Ferne die Zuckerrohrfelder an den wallenden Blüthenbüscheln erkennt, die aus Hunderttausenden von einzelnen Inflorescenzen bestehen. In solchen Fällen können nicht-blühende Felder zu den Seltenheiten gehören. Andererseits gibt es Jahre, in welchen im Allgemeinen wenig Blüthenstände sichtbar sind. Schliesslich kommen Jahre vor, in welchen man bald Felder

---

1) Mededeelingen van het Proefstation „Midden-Java" te Klaten. Semarang. 1892.

2) „Mit dem Beginn der Bildung der endständigen Inflorescenz hört ja selbstverständlich die Bildung neuer, für die Zuckergewinnung brauchbarer Stockglieder auf und das ganze Wachsthum des Stockes kann nur noch auf der Vergrösserung der bereits vorhandenen Internodien beruhen. Kommt nun das Zuckerrohr, wie es z. B. im letzten Vegetationsjahre (1891 bis 92) leider vielfach der Fall war, frühzeitig zum Blühen, so bleiben die Stöcke kurz und der Schaden kann dadurch ein sehr bedeutender werden. Dazu kommt noch, dass in Blüthe befindliches Rohr leicht austrocknet, und besonders auch, dass solches Rohr keineswegs empfehlenswerthe Stecklinge liefert. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass „Sereh"krankes Rohr Neignug zum Bülhen besitzt". Benecke, l. c.

sieht, auf welchen fast jeder Stock im Blühen begriffen ist und bald Felder, wo man nach einem blühenden Stock suchen muss; dabei können solche blühende und nichtblühende Felder in nächster Nähe sich befinden. Man sieht auch häufig in einem und demselben Feld zwei unter anscheinend gleichen Verhältnissen gewachsene Pflanzen, von denen die eine nur blühende, die andere nur nichtblühende Stöcke besitzt. Schliesslich kann man auch an einer und derselben Pflanze beobachten, dass sie aus Stöcken besteht, von denen die einen völlig ausgebildete Inflorescenzen tragen, während die anderen solche nicht einmal in der ersten Anlage aufweisen, trotzdem sie sich, was Höhe und Stärke betrifft, keineswegs von den blühenden Stöcken principiell unterscheiden."



Fig. 17. *Saccharum officinarum.* Blühende und nicht blühende Sprosse in verschiedenem Alter. (Nach Nees.)

Hackel bezeichnet die Arten der Gattung *Saccharum* als perennirende Pflanzen. Als solche erweist sich auch *S. officinarum* in unseren botanischen Gärten, wo es allerdings nicht zur Blüthe kommt

indem aus dem Rhizom in jedem Jahre neue Triebe entstehen, die auch länger als ein Jahr aushalten. Auf Java freilich und auch in anderen tropischen und subtropischen Ländern lässt man (nach Benecke) das in Cultur befindliche Zuckerrohr gewöhnlich nur ein Jahr [1]) alt werden; als aber die Serehkrankheit die Culturen auf Java noch nicht bedrohte, erntete man oft auch den zweiten und sogar den dritten Schnitt [2]). Wie nun soeben geschildert wurde, kann das Zuckerrohr schon im ersten Jahre reichlich blühen; wenn zweiter und dritter Schnitt angewendet wird, können die Stöcke dieser weiteren Ernten ebenfalls zum Blühen gelangen. Auch das Zuckerrohr in den Plantagen muss also als perennirende Pflanze betrachtet werden; wann es aber zum Blühen kommt, scheint nach den Varietäten verschieden zu sein. Nach Benecke ist es wahrscheinlich, dass in den Tropen alle Varietäten zum Blühen kommen würden, wenn man ihnen die dazu nöthige Zeit liesse und wenn nicht die Ungunst äusserer Umstände das Blühen verhindert. Der genannte Autor hatte in seinem Versuchsgarten auf Java viele Varietäten, die niemals im ersten Jahre blühten; seine Versuche, die er in dieser Richtung dort in Angriff genommen hatte, konnten leider nicht zum Abschluss gelangen, weil er Java verliess.

An das Zuckerrohr können wir die *Bambuseen* anschliessen, die eine ganz eigenthümliche Periodicität im Blühen zeigen und die gewissermaassen eine Zwischenstufe zwischen den Virgultis und den Bäumen bilden; denn sie gleichen den

---

1) Das Vegetationsjahr des Zuckerrohrs dauert nicht genau 12 Monate, sondern ist theils viele Wochen länger, theils entsprechend kürzer, indem der Eintritt der Reife in hohem Maasse von der Witterung des Jahres abhängig ist.

2) Man schneidet dann nämlich am Ende des ersten Vegetationsjahres die Stöcke für die Zuckergewinnung am Boden ab und lässt die unterirdischen Sprossaugen der im Boden verbleibenden Stockreste zur Entwicklung kommen; ihre Sprosse liefern die zweite Ernte, d. h. den zweiten Schnitt u. s. w.

letzteren zwar darin, dass sie holzige, ausdauernde oberirdische Stämme bilden, aber diese scheinen doch regelmässig, wenn sie einmal zum Blühen gekommen sind, nach der Fruchtreife abzusterben. Dabei ist aber zu bemerken, dass sich die einzelnen Arten sehr verschieden verhalten und dass darauf die Angaben immer Rücksicht nehmen müssen. Es gibt Arten, die alljährlich blühen, während bei anderen Arten die Sprosse eine ganze Reihe von Jahren alt werden müssen, ehe sie blühen [1]). Was aber das besonders Auffallende bei manchen Bambuseen ist, das ist das Auftreten von Blüthenjahren in grossen Zwischenräumen (bei *Bambusa arundinacea* z. B. nach 32 Jahren) und das dann gleichzeitig erfolgende Blühen aller Sprosse, mögen sie von noch so verschiedenem Alter sein. Frömbling [2]) erzählt von zwei *Chusquea*-Arten (Bambuseen) in Chile, die erst nach 3—4 Jahren zum Blühen gelangen, und zwar alle Individuen eines ganzen grösseren Districtes gleichzeitig, um nach der Samenreife abzusterben, worauf nach einer weiteren vierjährigen Periode dieselbe Erscheinung wieder eintritt. Es scheint also in diesen Fällen hauptsächlich das Alter des Rhizoms, das unter dem Boden wächst und nach oben die verholzten Halme aussendet, von Einfluss auf das Blühen zu sein, wenn auch ausserdem klimatische Verhältnisse eine Rolle spielen. Weitere Angaben über das Blühen der Bambus-Gräser findet man gesammelt von Schröter in seiner Arbeit über den Bambus [3]), auch Hackel hat in seiner Bearbeitung der Gramineen dieser Erscheinung eine längere Besprechung gewidmet [4]).

1) Es wird sogar von gewissen Bambuseen in den Tropen angenommen, dass sie niemals blühen, was aber nicht erwiesen sein dürfte.

2) Botanisches Centralblatt, Bd. LXII (1895) p. 11.

3) C. Schröter, Der Bambus und seine Bedeutung als Nutzpflanze. Basel 1885.

4) In Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II. Theil, 2. Abtheilung, p. 89. Man vergleiche ferner die Angaben von Fritz Müller in Engler's Botan. Jahrbüchern Bd. II, p. 391.

Schliesslich haben wir die eigentlichen Stammpflanzen, die Halbsträucher, Sträucher und Bäume, bei denen die oberirdischen Triebe in der Regel verholzen und nebst den Wurzeln die ausdauernden Theile der Pflanze bilden. Bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Formen tritt das Blühen und Fruchten erst ein, wenn sie sich nach der Aussaat mehrere Jahre hindurch gekräftigt haben. Denn die Pflanze muss anfangs ihre Assimilationsproducte auf die Ausbildung der holzigen Triebe, verwenden und bedarf längerer Zeit, bis Material genug zur Entwicklung der Fortpflanzungsorgane vorhanden ist. Doch gibt es auch einige holzige Pflanzen, die bereits im ersten Jahre blühen, wie den *Ricinus*. Derselbe wird deswegen in kälteren Ländern (Mitteleuropa) leicht für eine einjährige Pflanze gehalten, weil er nach dem Blühen im Herbst durch die Kälte zu Grunde geht. In seiner Heimat ist er ein Baum, der auch in den folgenden Jahren regelmässig blüht. Im Gegensatz dazu stehen die Waldbäume der nördlichen gemässigten Zone, da bei ihnen meist viele Jahre vergehen, bevor sie zum ersten Male blühen.

Am besten sind wir in dieser Beziehung über die deutschen Waldbäume orientirt, über welche ich die folgenden Angaben aus Nördlinger's Forstbotanik entnehme[1]): Das Blühen beginnt bei der Lärche (*Laryx europaea*) im Tiefland mit 15 bis 20, im Gebirge mit 20—30 Jahren, bei der Kiefer (*Pinus silvestris*) auf trockenem, warmem Boden zum Theil schon mit 15, im Bestand mit 30—40 Jahren (bei *Pinus montana* dagegen schon mit 4—5 Jahren), bei der Eibe (*Taxus baccata*) mit 20, bei der Fichte (*Picea vulgaris*) mit 30—40, bei der Tanne (*Abies pectinata*) erst mit 60 Jahren. Von Laubbäumen blüht die Hasel (*Corylus avellana*) schon mit 10, die Birke (*Betula alba*) mit 15—20, die Weissbuche (*Carpinus betulus*), die

1) 2. Band. Stuttgart 1876.

Edelkastanie (*Castanea vesca*), die Zitterpappel (*Populus tremula*) etwa mit 20, die Erle (*Alnus glutinosa*) im Buschwald mit 12—20, im Hochwald mit 40, die Buche (*Fagus silvatica*) im Bestand nicht vor 60 Jahren (freistehend 20 Jahre früher) und die Stieleiche (*Quercus pedunculata*) erst im 60. bis 80. Lebensjahre.

Dass der Zeitraum, in dem diese Bäume zum ersten Male blühen, ziemlich unbestimmt ist, zum Theil zwischen 20 Jahren schwanken kann, rührt daher, dass äussere Umstände von grossem Einfluss auf das Erscheinen der ersten Blüthe sind; allein es ist hier nicht der Ort, diese Umstände näher zu berücksichtigen, weil wir von ihnen erst später zu sprechen haben. Erwähnt sei nur, dass jene Regeln nicht ohne Ausnahme sind; so wird angeführt, dass gelegentlich in Samenbeeten Eichen und Götterbäume (*Ailanthus glandulosa*) im 1.—3. Lebensjahre zum Blühen kommen, dann aber bald absterben.

Bei den Holzpflanzen haben wir aber auch noch auf eine andere Erscheinung hinzuweisen: nicht nur erlangt der Baum in einem bestimmten, von der Species abhängigen Alter die Fähigkeit zu blühen, sondern bei manchen Arten ist auch die Wiederholung der Blüthe nicht bloss von der Jahreszeit, sondern auch von der Lebenszeit der Pflanze abhängig. Wir beobachten nämlich, dass manche Bäume nicht jedes Jahr blühen, sondern in längeren Zeitintervallen [1]). Unter den Nadelhölzern blühen *Taxus* und *Juniperus* alljährlich, die Tanne (*Abies pectinata*) dagegen blüht in milder Gegend etwa alle 2—5, in rauher Gegend nur alle 6—8 Jahre, die Kiefer (*Pinus silvestris*) alle 3—5, die Fichte (*Picea vulgaris*) alle 3—4 Jahre. Von den Laubhölzern der nördlichen Wälder blüht wohl die Mehrzahl alljährlich, aber die Birke (*Betula alba*) etwa alle

1) Etwas Aehnliches beobachtet man übrigens auch an einigen perennirenden krautartigen Pflanzen, z. B. Erdorchideen. Vgl. Kerner's Pflanzenleben, Bd. II, p. 278.

3 Jahre und die Eiche (*Quercus pedunculata*) in Intervallen von 4—6 Jahren[1]). Dass auch in wärmeren Ländern analoge Erscheinungen im Blühen der Bäume auftreten, zeigt der Drachenbaum (*Dracaena Draco*), von dem Schacht sagt, dass er auf den kanarischen Inseln verhältnissmässig selten blühe[2]). Wir können den Grund für die mehrjährige Periodicität im Blühen bei den erwähnten Bäumen darin suchen, dass sie die blüthenbildenden Stoffe nicht in einer Vegetationsperiode in genügender Menge herzustellen vermögen, sodass wirklich Blüthen entstehen können, sondern dass sie mehrere Vegetationsperioden dazu nöthig haben. Da nun das eine Jahr günstiger, das andere Jahr ungünstiger für die Entstehung der blüthenbildenden Stoffe aus den Assimilationsproducten im weitesten Sinne sein wird, und da mehrere günstige oder mehrere ungünstige Jahre aufeinander folgen können, so erklärt sich daraus das Schwanken der Perioden um mehrere Jahre. Es erklärt sich auch aus dieser Annahme die merkwürdige Erscheinung, dass in den Blüthenjahren des Bambus alle Sprosse, junge und alte, blühen: Die Anhäufung der blüthenbildenden Stoffe würde eben in diesem Jahre das nöthige Maass erreicht haben und sie würden nun gleichmässig in der Pflanze vertheilt worden sein.

Wir haben also im Vorhergehenden das Blühen als eine zu gewisser Zeit im Leben der Pflanze eintretende Erscheinung kennen gelernt und die Hauptgruppen, welche sich nach diesen Verhältnissen bei den Pflanzen bilden lassen, unterschieden. Es ergibt sich daraus, wie auch schon erwähnt, dass das Alter der Pflanze, sei es des ganzen Organismus, sei es nur gewisser Sprosse, das Blühen bestimmt.

Die Gründe, die bei der einen Pflanze das Erscheinen der Blüthe im ersten, bei der andern im zweiten oder einem spä-

1) Ueber die Buche siehe weiter unten.
2) Schacht, Madeira und Tenerife, p. 26.

teren Jahre veranlassen, liegen in der Natur der Pflanze und da wir sie nicht weiter verfolgen können, nennen wir sie innere Gründe. Allerdings stehen diese Eigenthümlichkeiten einer Pflanze, nämlich ihre Lebensdauer und ihre Blüthezeit, nicht unveränderlich fest, aber sie verändern sich in der Natur doch nur bei der allmählichen Abänderung der äusseren Verhältnisse, unter denen die Pflanzen wachsen. Wir können diese darum nach besagten Eigenschaften in der Weise, wie es eben geschehen ist, eintheilen. Nur ist die Schwierigkeit vorhanden, dass wir noch keineswegs genügend unterrichtet sind, wie sich die einzelnen Pflanzen im Verlaufe ihres Lebens verhalten; besonders über tropische Gewächse, auch cultivirte, findet der, welcher sie nicht an Ort und Stelle beobachten kann, oft nur mangelhafte Angaben in der Litteratur. Die Mittheilung von weiteren Beobachtungen in dieser Hinsicht wäre demnach recht wünschenswerth.

Im Allgemeinen also können wir sagen, dass jede Pflanzenart die durch Vererbung fixirte Eigenthümlichkeit besitzt, in einer bestimmten Phase ihrer Entwicklung Blüthen zu produciren und dass diese Phase je nach der Species nur einmal oder wiederholt in der Entwicklung eintritt. Wie aber der ganze Lebenslauf der Pflanze abhängig ist von äusseren Factoren: Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Bodenverhältnissen u. s. w., so natürlich auch das Blühen. Es kann demnach die oben bezeichnete Phase in der Entwicklung sowohl durch die in der Natur sich abspielenden Vorgänge, als auch durch künstlich vom Menschen herbeigeführte Verhältnisse nicht bloss verschoben, sondern sogar unterdrückt werden, allerdings nur innerhalb gewisser Grenzen. Wir hatten schon eine solche Verschiebung der Blüthezeit zu erwähnen Gelegenheit gehabt, nämlich beim Wintergetreide: dadurch, dass man die Samen nicht im Frühling, sondern im Herbst aussäet, wird die Entwicklung der Pflanze derartig verzögert, dass die Blüthe viel

längere Zeit nach der Keimung eintritt als bei dem normaler Weise im Frühling gesäeten Getreide. Es wird nun unsere Aufgabe sein, die verschiedenen Agentien, deren Wirkung für das Blühen in Betracht kommt, zu besprechen und zu sehen, was sich über ihren befördernden oder hemmenden Einfluss auf diese Erscheinung des Pflanzenlebens sagen lässt.

Es bietet sich aber hier die Schwierigkeit, dass selten ein Agens, wie Wärme oder Licht oder Feuchtigkeit, allein zur Wirkung kommt, sondern vielmehr in Combination mit den andern auftritt. Wenn dieselbe Pflanze in dem einen Klima regelmässig blüht, in dem andern aber nicht oder schwer zur Blüthe kommt, so sind dabei auch verschiedene Agentien im Spiel und es ist die Frage, welches derselben vornehmlich die Wirkung ausübt. Auch experimentell hat es seine Schwierigkeiten, derartige Fragen zu entscheiden: z. B. kann man nicht leicht zwei Pflanzen bei verschiedener Temperatur und gleicher Feuchtigkeit halten, um die reine Wirkung der Wärme zu studiren; denn die kälter gehaltene Pflanze wird auch durch ihre Wurzeln weniger Wasser aufnehmen und somit den oberirdischen Theilen weniger Feuchtigkeit zuführen, als die wärmer gehaltene. Besser schon kann der Einfluss des Lichtes beobachtet werden und wir können hier gleich sagen, dass das Licht, sowohl was die verschiedenen Helligkeitsgrade als auch was die verschiedenen Farben betrifft, von grossem Einfluss auf die Blüthenbildung ist.

Es wird zunächst zu untersuchen sein, ob das Licht für die Pflanze nothwendig ist, damit sie blühen kann. Ohne weiteres lässt sich diese Frage nicht beantworten, denn wir wissen, dass einige Lebensvorgänge, wie Keimen und Wachsen, auch im Dunkeln sich abspielen können, und wir werden finden, dass es sich dabei nicht so sehr um den directen Einfluss des Lichtes auf die Blüthenbildung als vielmehr um seinen Einfluss auf die ganze Entwicklung handelt.

Betrachten wir nun zunächst die Verhältnisse in der Natur und sehen wir dann zu, was die physiologischen Experimente uns lehren.

Beim Wachsthum der Pflanzen in der Natur wird es sich kaum jemals um eine vollständige Verdunkelung, sondern vielmehr um eine stärkere oder schwächere Beleuchtung handeln. Doch auch dabei zeigt sich deutlich, dass das Licht einen befördernden Einfluss auf das Blühen ausübt. Allerdings ist es nur ein auf Erfahrung beruhender Satz, dass schwächeres Licht ein stärkeres Wachsthum der vegetativen Theile und eine Verzögerung in der Bildung von Blüthen und Früchten bewirkt und dass diese letztere einestheils dem directen Einflusse der Beschattung, anderntheils dem Ueberwiegen des vegetativen Wachsthums zuzuschreiben ist [1]). Wir können aber nicht sagen, in welcher Weise das helle Licht einen Vegetationspunkt beeinflusst, so dass aus ihm ein Blüthenspross wird, während er im Schatten sich vielleicht zu einem vegetativen Spross entwickelt hätte. Wir schliessen nur aus den Thatsachen, dass „die Sonnenstrahlen als Anregungsmittel für die Anlage blüthentragender Sprosse“ [2]) zu betrachten sind. Als solche Thatsachen seien folgende angeführt.

Einzelne umfangreiche Pflanzenstöcke, welche im Sommer an der einen Seite beschattet, an der anderen besonnt sind, legen im Bereiche des beschatteten Theils ausschliesslich oder vorwaltend Laubknospen, im Bereiche des besonnten Theils dagegen zahlreiche Blüthenknospen an (Kerner, II, p. 478). Ebenso findet man, dass Pflanzenstöcke, welche das eine Jahr im Schatten gehalten und das darauffolgende Jahr vom Beginn

1) F. Hildebrand, Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwicklung (Engler's Jahrbücher, Bd. II, p. 100).

2) Kerner, Pflanzenleben, Bd. II, p. 388. Ueber den Vortheil, den die Pflanze von der Ausbildung der Blüthen im Sonnenlicht hat, ist hier nicht zu sprechen; man vergleiche darüber das angeführte Werk von Kerner, l. c.

ihrer Entwicklung an in die Sonne gestellt werden, in diesem reichlicher blühen als im vorigen Jahre [1]). Ein ähnlicher Versuch im Grossen lässt sich bisweilen bei im Walde wachsenden Pflanzen beobachten. Während dieselben nämlich, so lange sie im dichten Schatten des Waldes standen, viele Jahre hindurch blüthenlos blieben und sich dort nur mittelst Laubknospen erhielten, so setzen sie nach dem Fällen der Bäume im sonnendurchleuchteten Holzschlag wieder Blüthenknospen an und gelangen zur Blüthen- und Fruchtbildung [2]). Kerner weist ferner auf das schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) hin, das seine purpurnen Blüthen nur an sonnigen Plätzen entfaltet, und zwar um so schöner roth gefärbte Blüthen treibt, je kräftiger der Sonnenschein ist. Wird dagegen die Pflanze in dichten Schatten versetzt, so verkümmern an ihr die Blüthenknospen viel früher, als sie sich geöffnet haben und fallen als weissliche vertrocknete Gebilde von der Spindel der Blüthentraube ab [3]).

Hierher gehört auch die Erscheinung, dass der Boden des dichtbelaubten Waldes im Sommer fast gar keine blühenden Pflanzen aufweist. Nur im Frühjahr finden wir auf dem Boden des Laubwaldes in unseren Breiten eine reichlichere Vegetation blühender krautiger und zum Theil auch holziger Pflanzen, wie *Anemonen, Primeln, Corydalis, Anchusa, Daphne* u. s. w., nachdem sich aber ein dichtes Blätterdach in den Kronen der Bäume entwickelt hat, sind diese Blumen verschwunden und werden auch nicht durch andere ersetzt. Im Nadelwald, der schon im Frühjahr soviel Schatten wie im Sommer besitzt, fehlen naturgemäss auch in der ersteren Jahreszeit die blühenden Pflanzen und es treten auf seinem Boden überhaupt nur sehr wenige blühende Pflanzen, wie *Pirola* und *Monotropa* auf. Ueber die Lichtabnahme in den Beständen belaubter Bäume und über den Unterschied, den die immergrünen und die sommergrünen Wälder

---

1) Kerner, l. c. p. 500.
2) Kerner, l. c. p. 478.
3) Kerner, l. c. p. 448.

in den verschiedenen Jahreszeiten in der Durchleuchtung zeigen, liegen genauere Untersuchungen von Wiesner vor, auf dessen Arbeiten über den Lichtgenuss der Pflanzen ich hier nur hinweisen kann [1]). Wenn nun schon in höheren Breiten der Mangel an blühenden Pflanzen im Walde bemerkbar wird, so ist dies doch noch viel auffallender in den Tropen, weil hier eine viel grössere Mannichfaltigkeit an Pflanzenarten und eine viel grössere Menge schönblumiger Gewächse gefunden wird. Die ganze Organisation der Pflanzen des tropischen Urwaldes wird im wesentlichen bestimmt durch den Kampf ums Licht. Recht drastisch führt uns Bates [2]) diesen Kampf vor an der Entwicklung eines Baumwürgers (Ficus), dem es schliesslich gelingt, seine Blätterkrone mit der des von ihm umwundenen Stammes vermengt gen Himmel zu strecken, während seine gurtförmigen Wurzeln den stützenden Stamm unterdessen erwürgen. „Der selbstsüchtige Schmarotzer bleibt dann allein übrig, in seinen Armen den verwitterten und leblosen Körper des Opfers umschlungen haltend, das ihm zu seinem Wuchse behülflich war. Sein Zweck ist erreicht, — er hat geblüht, Früchte getragen und seine Art fortgepflanzt und vermehrt; und nun, wenn der todte Stamm verwest, naht auch sein Ende; seine Stütze ist dahin, auch er muss fallen.“ An einer anderen Stelle (l. c., p. 121) sagt derselbe Reisende: „Blumen gibt es hier (also im Urwalde des Amazonenstroms) wenige; hie und da sieht man eine schimmernde hochrothe Blüthe das dunkle Laub nach den Gipfeln des Waldes zu zieren.“ Bekannt sind die Klagen der in den Tropen pflanzensammelnden Reisenden, dass es ihnen nicht möglich ist, die Blüthen der Bäume oder blühende Epiphyten zu erreichen, weil die Blüthen nur in grosser Höhe, wohin die Sonne scheinen kann, entfaltet werden. Ueber den südamerikanischen Urwald spricht sich ähnlich wie

1) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1893, Bd. CII, Abth. I, p. 291.
2) Der Naturforscher am Amazonenstrom. Deutsche Ausgabe, p. 29—30.

Bates auch Pöppig[1]) aus: Auf dem Urwaldboden sind keine bunten Blüthen vorhanden, sondern „modernde Blätter, zerfallene, in Erde übergehende Holzreste, unübersehliche Generationen von bunten und höchst vergänglichen Pilzen, einige Farne und wenige Kräuter und Stauden sind die einzigen Dinge, auf die nach unten das Auge trifft."

In analoger Weise spricht sich Wallace über den Mangel an Blumen aus bei Beschreibung der dichten Urwälder der Insel Celebes: „Vergebens liess ich den Blick über diese grossen Mauern von Grün schweifen, vergebens suchte ich zwischen den hängenden Schlingpflanzen und den buschigen Sträuchern rings um den Wasserfall, an den Ufern des Flusses oder in den tiefen Höhlen und düstern Spalten — nicht ein einziger Fleck glänzender Farbe war zu entdecken, nicht ein einziger Baum oder Busch oder eine einzige Schlingpflanze trug eine Blume, die hinlänglich auffiel, um in der Landschaft eine Rolle zu spielen. Nach jeder Richtung hin fiel das Auge auf grünes Laubwerk und gesprenkelten Felsen" [2]).

Auch für Neuseeland wird angegeben[3]), dass es im Walde fast nirgends Blüthen und Blumen gibt. Während man hier diesen Mangel vielleicht mit dem an Insecten in Beziehung bringen könnte, trifft so etwas für den südamerikanischen Urwald nicht zu, denn Bates sagt ausdrücklich (l. c., p. 134), dass die zahlreichen bunten Schmetterlinge den Mangel an Blumen ersetzen.

Aus den hier zusammengestellten Citaten soll also ersichtlich werden, dass zur Entstehung von Blüthen im Allgemeinen mehr Licht erforderlich ist, als auf den Boden des schattenspendenden Waldes, vor Allem des tropischen Urwaldes, gelangt; die anderen Verhältnisse, welche solchen Oertlichkeiten

---

1) Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrome etc., Bd. II, p. 347.
2) Der malayische Archipel. Deutsche Ausgabe, Bd. I, p. 337.
3) Hochstetter, Neuseeland.

eigenthümlich sind, wie die feuchte stagnirende Luft, kommen hier weit weniger in Betracht. So sehen wir auch, dass für viele tropische Pflanzen das so oft durch Wolken gedämpfte Sonnenlicht im mittleren Europa oder das auch noch durch die Scheiben der Glashäuser geschwächte Licht nicht genügt, um die Anlage von Blüthen zu erzielen. Der Mangel an Helligkeit ist es, wie auch die Gärtner wohl wissen, der so viele tropische Gewächse in den nördlichen Ländern nicht zum Blühen kommen lässt, auch wenn sie sonst gut gedeihen. Denn fehlte es nicht daran, sondern an der genügenden Wärme oder Feuchtigkeit, so könnte dem ja leicht abgeholfen werden.

Was uns nun derartige Beobachtungen über den Einfluss des Lichtes auf die Blüthenbildung lehren, das wird bestätigt durch die zur Untersuchung dieses Verhältnisses besonders angestellten Experimente. Vöchting[1]) findet, dass die Pflanze, um ihre Blüthenbildung in normaler Weise zu vollziehen, einer Beleuchtung bedarf, die nicht unter ein gewisses Maass sinken darf, deren Stärke aber bei den verschiedenen Arten sehr ungleich ist. So z. B. bringt *Impatiens parviflora* noch normale Blüthen bei einer Beleuchtung hervor, in der *Malva vulgaris* kaum noch Knospen erzeugt; *Mimulus Tilingi* bildet im Gewächshaus noch normale Blüthen bei einer Beleuchtung, in der *Malva* nur noch solche von halbem Umfange erzeugt. Im

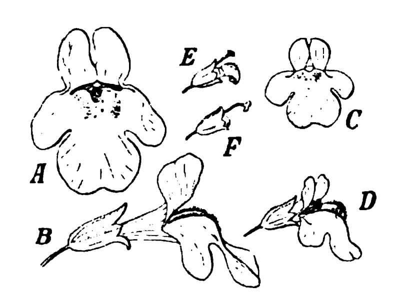


Fig. 18. *Mimulus Tilingi.* *A*, *B* Normale Blüthe von vorn und von der Seite. *C*, *D* Bei verminderter Beleuchtung entstehende Blüthe von vorn und von der Seite. *E*, *F* Durch verminderte Beleuchtung noch mehr verkleinerte Blüthen von der Seite. (Nach Vöchting.)

1) Pringsheim's Jahrbücher, Bd. XXV, Heft 2.

Allgemeinen werden bei abnehmender Beleuchtung die Blüthen oder einzelne Theile derselben kleiner (Fig. 18), dann werden nur die Knospen angelegt, ohne sich zu entfalten, schliesslich unterbleibt auch die Anlage der Knospen. Am empfindlichsten gegen Lichtmangel ist die Krone, am wenigsten empfindlich sind die Pistille und Staubgefässe. Bei dem genannten *Mimulus* treten bei zu geringer Beleuchtung an Stelle der Blüthen vegetative Sprosse auf, die sonst in dieser Region des Sprosses nicht entstehen würden.

Wir sehen dann ferner, dass die Zeit des täglichen Lichtgenusses von Bedeutung ist, indem Exemplare einer Pflanze, die täglich 14 Stunden beleuchtet werden, reichlich blühen, während andere Exemplare derselben Pflanzenart, täglich nur 7 Stunden beleuchtet, keine Blüthen ansetzen (nach Sachs). In anderen Fällen wird durch Lichtentziehung eine Verzögerung des Blühens bewirkt und so findet Decandolle,

dass die Gartenkresse	im	Schatten	1	Tag	später
„ *Iberis amara*	„	„	8	Tage	„
„ der Lein	„	„	14	„	„

als am Licht blüht.

Sehr merkwürdige Erfolge in Hinsicht der Blüthenbildung erhält man, wenn man Pflanzen oder Pflanzentheile in einen vollständig dunkeln Raum bringt. Wenn man Pflanzen, die erst später an ihren oberen Verzweigungen Blüthen entwickeln, ganz im Dunkeln aus Samen, Knollen, Zwiebeln oder dergl. zieht, so gelingt es kaum, sie bis zum Blühen zu bringen, schon desshalb, weil ihr Wachsthum, das nur auf Kosten des in dem Samen oder der Knolle enthaltenen Reservematerials und des aufgenommenen Wassers erfolgt, ein sehr beschränktes ist. Trotzdem erhielt Sachs an vollständig etiolirten, dem Tageslicht niemals ausgesetzten Keimpflanzen von *Phaseolus vulgaris, Vicia Faba* und *Cucurbita Pepo* die ersten Anfänge der Blüthenknospenbildung, doch deutlich genug, um nicht verkannt

zu werden. Wenn man dagegen die Zwiebeln und Knollen von Pflanzen, wie Tulpen, Iris, Hyacinthen, Crocus u. a., bei denen die Blüthen bereits sehr weit entwickelt sind, bevor die Pflanzen austreiben[1]) (Fig. 19), im Dunkeln zieht, so entfalten sich die Blüthen vollständig normal, obgleich die ganz etiolirten Blätter beweisen, dass kein Licht zu den Pflanzen gedrungen ist.



Fig. 19. Längsschnitt durch eine Zwiebel von *Galanthus nivalis* im October mit der jungen Blüthe im Innern. (N. d. N.)

Die Tulpen und Crocus erzeugen nach Sachs auch die Farben der Blüthen unter diesen Umständen in voller Pracht, während blaublühende Hyacinthen nach Askenasy die Blüthen zwar in normaler Grösse aber in blasserer Färbung produciren. Was die Pflanzen betrifft, bei denen die Blüthen erst später an den oberirdischen Organen angelegt werden, so kommt es darauf an, zu welcher Zeit ihnen das Licht entzogen wird. „Bei *Brassica*, *Tropaeolum*, *Papaver*, *Cucurbita* u. a. wird die Blüthenknospe unter der verdunkelnden Umhüllung der umgebenden Blätter angelegt, sie tritt aber, wenn sie noch sehr klein und wenig ausgebildet ist, schon frühzeitig an das Tageslicht frei hervor, um hier langsam heranzuwachsen und sich endlich unter seinem Einfluss zu entfalten. Die in das Finstere gestellten Pflanzen dieser Abtheilung zeigen, dass die Blüthenknospen nicht zur Entfaltung gelangen, wenn sie in zu früher Jugend dem Lichte entzogen werden; dagegen erfolgt ihr Aufblühen und ihre normale Färbung auch im

1) Macht man im October einen Längsschnitt durch die aus der Erde geholte Zwiebel von *Galanthus nivalis*, so sieht man in ihr schon die ganze Blüthe, deren einzelne Theile, besonders die grossen gelben Antheren, sich gut unterscheiden lassen. (Fig. 19.)

Finstern, wenn sie vorher einen mehr oder minder hohen Grad der Ausbildung unter dem Einfluss des Tageslichtes erreicht haben“ [1]). Noch merkwürdiger sind die Erscheinungen, welche eintreten, wenn man von einer Pflanze, die am Licht wächst, einen Spross, der auch unter normalen Verhältnissen Blüthen entwickeln würde, in einen dunklen Raum einführt. Dann bildet derselbe seine Blätter in etwas geringerer Grösse und in blassgelber Färbung aus, die Blüthen aber producirt er ganz normal, in derselben Grösse und meistens auch in derselben Farbe, wie die am Lichte entstehenden. Die Blüthen im dunkeln Raum entwickeln auch functionsfähige Geschlechtsorgane, und es können aus ihnen, wenn nur für die Bestäubung richtig gesorgt wird, reife Früchte mit keimfähigen Samen entstehen. Das Material aber für die Ausbildung der Blüthen und Früchte in dem dunkeln Raume wird von den nichtverdunkelten Theilen unter dem Einfluss des Lichtes producirt und in die verdunkelten Theile geleitet. Es findet in dem dunkeln Raum nicht nur eine normale Entfaltung auch der kleinsten in ihn eingeführten Blüthenknospen statt, sondern „in einzelnen Fällen *(Cucurbita, Petunia)* sind die zuletzt im Finstern entwickelten Blüthen bestimmt auch erst im Finstern durch Neubildung entstanden, bei *Cucurbita* scheint es sogar, als ob die Neubildung von Blüthenknospen durch Finsterniss geradezu begünstigt würde.“ (Sachs, l. c. p. 235.)

Zur Erklärung dieser Erscheinungen hat Sachs eine Theorie aufgestellt, welche nicht nur diese, sondern auch andere Vorgänge [2])

---

1) Sachs, Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, Bd. I, p. 208. An *Azalea dahurica* beobachtete ich, dass ein grosses, in einem Kübel wachsendes Exemplar, dass in dem halbdunkeln Vorraum des Gewächshauses stand, Blüthen von derselben Grösse, aber nur etwa halb so intensiver, rother Farbe bildete, als ein im Freien wachsendes Exemplar.

2) Von solchen möchte ich besonders hervorheben denjenigen, welchen Sachs in seiner I. physiologischen Notiz (Flora 1892, p. 1) behandelt. Die Sachs'sche Theorie wurde von mir auch schon oben zu Grunde gelegt, wo es sich um die Periodicität im Blühen der Holzgewächse handelte.

dem Verständniss näher bringt und die deshalb sehr annehmbar erscheint. Nach seiner Anschauung nämlich entstehen aus den Assimilationsproducten zunächst blüthenbildende, sprossbildende und wurzelbildende Stoffe, welche sich nach den betreffenden Orten hinbegeben, wo den Wachsthumsgesetzen der Pflanze gemäss Blüthen, Sprosse oder Wurzeln entstehen sollen. Wie für jede Pflanze eine gewisse Lichtintensität nothwendig ist, um die Kohlensäure zu assimiliren, so ist auch eine gewisse nnd zwar höhere Lichtintensität nothwendig, um blüthenbildende Stoffe zu producieren, während spross- und wurzelbildende Stofte zu ihrer Entstehung keiner so hohen Lichtintensität bedürfen. Bei genügender, also hoher Lichtintensität werden nun von den Blättern die blüthenbildenden Stoffe in genügendem Maasse producirt und aus diesen Stoffen können auch ohne weiteren Lichtreiz die Blüthen sich aufbauen, wie die im Innern von Zwiebeln und Knollen angelegten oder die an dem in einen dunkeln Raum geleiteten Zweige entstehenden. Ist die Beleuchtung um ein weniges zu schwach, so werden nicht genug blüthenbildende Stoffe producirt und desswegen bleiben die Blüthen klein, wie bei *Malva* und *Mimulus* in den erwähnten Versuchen von Vöchting; ist schliesslich die Beleuchtung überhaupt nicht stark genug zur Erzeugung blüthenbildender Stoffe, so können Blüthen nicht einmal angelegt werden, vorausgesetzt, dass auch von früher her kein blüthenbildender Stoff mehr in der Pflanze ist. Vielleicht wird aber selbst den Samen etwas dieses Stoffes von der Mutterpflanze mitgegeben und daraus würde sich die Anlage der Blüthenknospen an etiolirten Keimpflanzen erklären.

Diese Theorie schliesst nicht aus, dass es in gewissen Fällen auch zur Ausbildung und Entfaltung der Blüthen in normaler Gestalt und Farbe noch des Lichtreizes bedarf, was je nach den Pflanzenarten wieder in verschiedenem Grade der Fall sein wird. So könnte es wohl eintreten, dass trotz des

Vorhandenseins von blüthenbildenden Stoffen die Blüthe selbst nicht richtig zur Entwicklung kommen kann. Denn das Licht hat im Allgemeinen einen bestimmten Einfluss sowohl auf die Neubildung, als auch auf das Wachsthum und die Entfaltung der pflanzlichen Organe.

Wir haben bisher von dem Sonnenlicht im Allgemeinen und von dessen grösserer und geringerer Intensität gesprochen. Das Sonnenlicht ist aber bekanntlich kein einfaches Licht, sondern setzt sich aus verschiedenen Farben zusammen, die wir theils im Sonnenspectrum sehen, die aber theils auch für unser Auge unsichtbar sind und nur aus ihren thermischen und chemischen Wirkungen wahrgenommen werden. Wenn nun auch unter natürlichen Verhältnissen die einzelnen Farben des Sonnenlichtes nicht gesondert in Wirkung treten, so liegt doch die Frage nahe, ob sie alle von gleicher Bedeutung für die Blüthenbildung sind. Dies konnte bezweifelt werden, seitdem man weiss, dass für die Kohlensäureverarbeitung einerseits, für die vom Licht abhängigen Bewegungserscheinungen andererseits, ganz verschiedene Farben des Sonnenlichtes maassgebend sind. Wirklich hat sich auch das interessante Resultat ergeben, dass die Blüthenbildung nur von gewissen Lichtstrahlen abhängt und zwar von denen, die, für unser Auge unsichtbar, aus ihren chemischen Wirkungen erkannt werden. Sie liegen ausserhalb des violetten Theils des Sonnenspectrums und werden deshalb ultraviolette Strahlen genannt. Sie haben die Eigenthümlichkeit, von einer Lösung von schwefelsauerem Chinin in Wasser, durch welche man das Sonnenlicht scheinen lässt, absorbirt zu werden, während alle anderen Lichtstrahlen ungehindert passiren. Für unser Auge ist natürlich kein Unterschied, ob man durch jene Lösung oder durch eine Schicht reinen Wassers sieht: die Helligkeit ist in beiden Fällen die gleiche. Lässt man aber Pflanzen hinter jener Lösung wachsen, sodass sie kein anderes Licht erhalten, als das die Lösung

passirt hat, so kann man beobachten, welchen Einfluss das Fehlen der ultravioletten Strahlen auf die Entwicklung der Pflanzen hat. Diese von Sachs[1]) angestellten Versuche führten nun zu folgendem überraschenden Resultat: „Die hinter einer Wasserschicht gewachsenen Pflanzen (Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*) erzeugten normale Blüthen; die hinter einer gleichdicken Schicht von schwefelsaurer Chininlösung wuchsen zwar anscheinend ebenso normal und kräftig; allein die Blüthenknospen blieben winzig klein und verdarben nach wenigen Tagen". Weitere Versuche zeigten sogar, dass vielfach hinter Chininlösung nicht einmal Knospen angelegt wurden und während an 20 Pflanzen hinter Wasser 56 Blüthen entstanden, war von 26 Pflanzen hinter Chininlösung im Ganzen nur eine verkümmerte Blüthe hervorgebracht worden.

Diese Sachs'schen Versuche wurden mit demselben Resultat wiederholt von C. Decandolle[2]), welcher als Versuchspflanzen ausser *Tropaeolum* auch *Lobelia Erinus* benutzte. Wir müssen daraus also schliessen, dass für die Blüthenbildung nicht das Sonnenlicht im Allgemeinen, sondern nur die ultravioletten Strahlen desselben nothwendig sind.

Da aber in Natur weder die ultravioletten Strahlen allein noch das übrige Licht ohne dieselben gesondert in Wirksamkeit tritt, so würden wir auch hieraus schliessen: ohne Licht keine Blüthenbildung. Dieser Satz wird, wie nochmals zu betonen, nicht umgestossen durch die im Dunkeln Blüthen treibenden Knollen und Zwiebeln, denn in ihnen hat das Licht vorher die Anregung zur Blüthenbildung erweckt. Wir müssen aber noch hinzufügen, dass das Licht in verschiedener Intensität je nach der Art der Pflanze zur Blüthenbildung noth-

---

1) J. Sachs, Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung (Arbeiten aus dem bot. Institut in Würzburg, Bd. III, p. 372—388).

2) Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1892. Pér. III. T. XXVIII. p. 265.

wendig ist, wie wir dies auch im Vorhergehenden zu zeigen versucht haben.

Dabei haben wir den Einfluss des Lichtes als eines für sich allein wirkenden Factors betrachtet und es ist auch möglich, dies zu thun, obgleich in der Natur meistens mit der Zunahme der Beleuchtung auch eine Steigerung der Wärme verbunden ist. Diese ist nun ein anderes, für die Blüthenentwicklung sehr bedeutungsvolles Agens, wie ja überhaupt die meisten Lebenserscheinungen der Pflanze von der Wärme abhängig sind. Es ist bekannt, dass die einzelnen Phasen des Pflanzenwachsthums an bestimmte, innerhalb gewisser Grenzen liegende Temperaturen gebunden sind, die je nach den betreffenden Pflanzenarten verschieden sind. So erfolgt die Keimung nur, wenn ein bestimmter Wärmegrad erreicht ist, und wenn die Pflanze sich weiter entwickeln und zur Blüthe gelangen soll, so muss die Temperatur noch über die zum Keimen nothwendige erhöht werden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass eine Pflanze ihre Entwicklung von der Keimung oder überhaupt von der Entfaltung ihrer Organe an bis zur Blüthe und Fruchtreife um so schneller durchläuft, je mehr Wärme ihr in bestimmter Zeit geboten wird.

So sehen wir besonders bei einjährigen Gewächsen, die in Mitteleuropa im Sommer blühen, dass sie in südlichen Gegenden ihre Blüthen schon im Frühling entfalten[1]). Es ist ebenso bekannt, dass die Treiberei der Gärtner darauf beruht, dass sie den Pflanzen in erwärmten Treibhäusern eine höhere Temperatur bieten, als sie gewohnt sind, und sie dadurch zu verfrühtem Blühen bringen. Es könnten viele Beispiele angeführt werden für die Verschiebung der Blüthezeit durch Vermehrung oder Verminderung der Wärmemengen in bestimmter Zeit über das

---

1) Hildebrand, l. c. p. 104.

gewohnte Maass[1]). Dies lässt sich besonders beobachten, wenn wir das Verhalten derselben Pflanze in Ländern mit verschiedenem Klima vergleichen.

Wir beobachten ferner, dass einige Pflanzen, welche aus der gemässigten Zone stammen, aber in einem Lande von subtropischem oder tropischem Klima gezogen werden, fast das ganze Jahr hindurch Blüthen tragen, wie es Fritz Müller[2]) für Erdbeeren, Veilchen und Vergissmeinnicht in Brasilien, v. Humboldt[3]) für die Reben in Cumana (Venezuela) angibt. Auch in Chartum (Aegypten) kann man Rebstöcke sehen, welche das ganze Jahr hindurch Blüthen und Früchte tragen. Selbst sehr geringe klimatische Unterschiede können bewirken, dass die Blüthezeit der Pflanzen eine beschränkte oder ausgedehntere ist, wie aus einer Beobachtung von Bates[4]) hervorgeht, nach welcher manche Bäume, die bei Para und Santarem am unteren Amazonenstrom nur einmal im Jahre blühen, bei Ega am oberen Amazonenstrom das ganze Jahr hindurch Blüthen und Früchte tragen. Ueberhaupt sind Pflanzen, die fast in allen Monaten des Jahres blühen, in tropischen Ländern mit gleichmässigem Klima nicht selten und Fritz Müller (l. c.) erwähnt für Brasilien von solchen *Ricinus, Musa, Abutilon, Asclepias curassavica* u. a. In unseren Breiten kann durch grössere Wärme wenigstens ein zweimaliges Blühen hervorgerufen werden, indem nämlich, nachdem die erste Blüthe im Frühling normal verlaufen ist, der Sommer einen ausnahmsweise grossen Wärmeüberschuss liefert und dadurch die angelegten, aber eigentlich für das nächste Jahr bestimmten Blüthenknospen

---

1) Vergl. hierzu den Aufsatz von Askenasy über die jährliche Periode der Knospen, in: Botanische Zeitung, 1877, p. 793 ff.

2) Engler's botan. Jahrbücher, Bd. II, p. 392 und 394.

3) Nach G. Jacob, Untersuchungen über zweites oder wiederholtes Blühen. Inaug.-Diss. Giessen 1889, p. 33. Daselbst findet sich auch die Angabe über die Rebstöcke in Chartum.

4) l. c., p. 275.

noch in demselben Jahre zur Entfaltung bringt. Dass hierbei die abnorme Wärme wirklich der maassgebende Factor sei, glaubt Jacob in seiner oben citirten Dissertation an mehr als 50 Beispielen nachweisen zu können, denn bei allen ist ein, zum Theil recht bedeutender, Wärmeüberschuss zu verzeichnen. Es möge hier genügen, das dort[1]) als neuntes angeführte Beispiel zu citiren, wobei nur zu bemerken ist, dass sich die Beobachtungen auf Giessen beziehen: *Centaurea Cyanus* blühte 1883 zum ersten Male am 26. April, zum zweiten Male am 22. Oktober; nach dem Mittel aus 26 Jahren fällt ihre Blüthe auf den 31. Mai. Es ergibt sich nun:

Insolations-Summe vom 1. I. bis 26. IV. 1883	= 1896° C
„ „ „ „ „ „ 31. V. (im Mittel)	= 2604° C
„ „ „ „ „ „ 22. X. 1883	= 7681° C
„ „ „ „ „ „ „ „ (im Mittel)	= 7070° C
Wärmeüberschuss	+ 611° C.

Im Gegensatz zu diesem doppelten Blühen in Folge von erhöhter Wärme steht das gänzliche Ausbleiben der Blüthe in einzelnen Jahren, in denen die zur Blüthenbildung nothwendige Temperatur nicht erreicht wird. Wenn auch die Insolations-Summen kein ganz richtiges Bild von der in einem gewissen Zeitraume herrschenden Temperatur geben, so sollen doch auch hier noch zwei Beispiele aus der Abhandlung von Jacob citirt werden, weil sie die Verhältnisse in durch Zahlen fassbarer Weise darstellen. Die Beobachtungen beziehen sich wieder auf Giessen. „*Crocus sativus* blüht im Mittel von 16 Jahren am 12. Oktober. Im Jahre 1866 kam er nicht zum Blühen wegen der ungenügenden Insolations-Summe. Es betrug nämlich:

---

1) l. c., p. 22. Die Insolations-Summe (d. h. die eingestrahlte Wärmesumme) wird ermittelt durch Summirung der täglich höchsten Stände eines der Sonne bleibend ausgesetzten Quecksilberthermometers vom 1. Jan. ab bis zum Eintritt einer bestimmten Phase. (Anm. l. c., p. 7.)

Insolations-Summe vom 1. I. bis 12. X. 1866	= 6725° C
" " " " " " " " (im Mittel)	= 6896° C
Es fehlten also noch	171° C.

„1867 hat *Helianthus tuberosus*, der im Mittel von 8 Jahren am 11. Oktober blüht, nicht geblüht:

Insolations-Summe vom 1. I. bis 11. X. 1867	= 6704° C
" " " " " " " " (im Mittel)	= 6875° C
Es fehlten also noch	171° C.“

Es sind nun *Crocus sativus* und *Helianthus tuberosus* Pflanzen, welche aus wärmeren Ländern stammen, und bei solchen kann das Blühen in dem kälteren Lande, in welchem sie cultivirt werden, häufig aus Mangel an Wärme unterbleiben. Man sieht dies z. B. an dem aus dem heissen Mexiko stammenden und dort, wie in manchen anderen tropischen Ländern, als Futterpflanze angebautem Gras, *Euchlaena mexicana*, das selbst im südlichen Europa selten blüht [1]).

Ferner findet man bei Pflanzen mit einem grossen natürlichen Verbreitungsgebiete, dass sie in der wärmeren Region desselben früher und leichter blühen, als in der kälteren, ja bei einigen, dass sie in der wärmeren Region allein blühen, in der kälteren dagegen keine Blüthen treiben. Sie können sich desshalb hier auch nicht durch Samen fortpflanzen und sind auf die Vermehrung auf ungeschlechtlichem Wege (durch Ableger u. s. w.) angewiesen. So blühen die Lemnaceen mit reichlicher ungeschlechtlicher Vermehrung in der gemässigten Zone selten und *Wolffia arrhiza* gelangt in Mitteleuropa nie zur Blüthe, wohl aber in den wärmeren Gegenden, wo sie auch weit verbreitet ist [2]). Andere hierher gehörige Beispiele führt Kerner in seinem „Pflanzenleben“ an (Bd. II, p. 449): *Nardosmia fragrans*, eine Composite, ist über den grössten Theil

1) Conf. Hackel in: Engler und Prantl, p. 19.
2) Engler, Lemnaceen in: Engler und Prantl, p. 159.

des arktischen Gebietes verbreitet, aber nur an der Südgrenze dieses Gebietes treibt sie Blüthen und Früchte, während sie weiter nordwärts „noch keines Menschen Auge jemals blühen gesehen hat". Aehnlich ist es mit gewissen Pflanzen, welche hoch hinauf in die Gebirge gehen, wie *Adenostylis Cacaliae* (ebenfalls eine Composite) in den Alpen. In den Voralpenwäldern und selbst noch über der Waldgrenze blüht die Pflanze in Menge, in der alpinen Region dagegen, in der Seehöhe über 2200 Meter kommt sie niemals zur Blüthenbildung. *Polygonum amphibium* blüht in den Niederungen reichlich, wurde aber in der Höhe von 1200 Metern in den Tiroler Bergen in einer Form gefunden, die sich nur durch Stocksprosse vermehrt. Also auch hier findet eine Unterdrückung der Blüthenbildung durch die in der Höhe vorhandene Temperaturerniedrigung statt. Gerade an den genannten Gebirgspflanzen wie an den arktischen zeigt es sich deutlich, dass es der Mangel an Wärme und nicht an Licht oder einem anderen Umstand ist, der das Blühen verhindert.

Um so auffallender ist die Erscheinung, dass höhere Wärme auch ein Unterdrücken der Blüthenbildung bewirken kann, wie sich an Pflanzen zeigt, die aus einem kälteren in ein wärmeres Klima versetzt werden. Dies geben Edwards und Colin[1]) für die Cerealien, speciell den Weizen an. Eine Weizenart, welche sich in England ein- und zweijährig ziehen liess, wurde in das wärmere Frankreich verpflanzt und blieb hier im ersten Jahre nach dem Keimen immer ohne Blüthe; erst im zweiten Jahre trat Blüthenbildung ein. Die genannten Autoren citiren auch in diesem Sinne die Angabe von Humboldt[2]), dass in der tropischen Region Mexikos, bei Jalapa, der Weizen immer

1) Annales des sciences naturelles. Botanique, II. Sér., T. 5, p. 5—23.
2) Diese Angabe von Humboldt findet sich in seinem Werke über Neuspanien (neueste Cotta'sche Ausgabe) Bd. X, p. 36.

nur Blätter, niemals Aehren treibt und deshalb dort nur als Grünfutter verwendet werden kann.

Auch Babinct[1]) (1856) hat diese Erscheinung beobachtet und sagt: „In den wärmeren Ländern Afrikas, Asiens und Amerikas, wo kein Winter die Cerealien tödtet, lebt ihre Pflanze so fort, wie bei uns das Gras: sie vermehrt sich durch Schösslinge, bleibt stets grün und bildet weder Aehren noch Samen." Ferner schreibt Fritz Müller[2]) aus Brasilien, dass die meisten zweijährigen Pflanzen kälterer Länder dort zwar üppig ins Kraut gehen, aber niemals blühen. Er hat *Echium vulgare* aus Samen gezogen und die Pflanzen 10 Jahre lang erhalten, ohne dass sie blühten. Ebenso trugen Kümmel, Kohl, Rüben, Petersilie u. s. w., aus europäischem Samen gezogen, kaum jemals Blüthen; auch Sellerie, sagt er, scheint nie zu blühen. Die Ursache davon liegt nach F. Müller in dem Fehlen einer Winterruhe, doch ist es wohl weniger die Winterruhe als die niedere Temperatur, deren Fehlen den Blüthenansatz verhindert, wie weiter unten noch zu erläutern ist. Hingegen sehen wir die Bedeutung der Erscheinung für das Pflanzenleben ganz gut ein. Wir können sagen, dass die Pflanze in ihrer Heimath am Ende ihrer zweijährigen Lebensdauer blüht, um Samen anzusetzen und damit die Art zu erhalten, dass aber in den heissen Ländern die Existenz des Individuums durch keine Winterkälte gefährdet wird und damit die Erhaltung der Art durch die lebenden Individuen gesichert scheint. Die Pflanze hat sich aber den veränderten Verhältnissen noch nicht vollkommen angepasst, denn nach einer längeren Reihe von Jahren gehen die Individuen doch zu Grunde ohne für Ersatz gesorgt zu haben.

Es beruht also weniger auf der erhöhten Temperatur als

---

1) Citirt von Schopenhauer in dessen „Willen in der Natur" im Kapitel „Pflanzenphysiologie".

2) l. c., p. 392.

vielmehr auf der Gleichmässigkeit derselben während des ganzen Jahres, dass manche europäische Pflanzen in den Tropen nicht zur Blüthe kommen, besonders wenn zu dieser ununterbrochenen Wärme noch eine immer genügende Feuchtigkeit der Luft und des Bodens hinzukommt. Bekannt ist dies auch für die europäischen Obstbäume, die gewohnt sind, zu bestimmter Zeit ihre Blätter zu entfalten und zu bestimmter Zeit ihre Blüthen anzulegen, welche Perioden durch die Unterschiede der Jahreszeiten regulirt werden. In die Tropen[1]) versetzt, bilden sie aber unter dem Einfluss der gleichmässigen Wärme und Feuchtigkeit immer neue Laubtriebe aus und es bleibt keine Zeit für die Blüthenanlage. Boulger[2]) spricht von Obstbäumen im Allgemeinen und sagt: „When the fruittrees of northern climates are transported to more tropical ones, when in a rich, moist sol, or in a mild, moist atmosphere, their continous growth prevents blossoming.“ Ebenso ist es wohl auch zu verstehen. wenn De Candolle[3]) sagt: „On sait combien la culture de nos *Pommiers, Poiriers, Cérisiers* etc. devient languissante vers le Midi et s'arrête à l'approche de pays voisins des tropiques“ und dann „Transportés à Ceylon les Cérisiers ne perdent pas leurs feuilles“. Humboldt bemerkt in dieser Hinsicht: „Es ist sehr auffallend, wie gewisse Pflanzen bei dem kräftigsten Wuchse in gewissen Lokalitäten nicht blühen; so zwischen den Tropen die bei Quito seit Jahrhunderten angepflanzten europäischen Oelbäume (9000 Fuss hoch über dem Meere); so auf Ile de France Wallnüsse, Haselnusssträucher und wiederum schöne Oelbäume (*Olea europaea*)“[4]). Wenn

1) Auf Madeira dagegen, wo die Birnbäume noch kein tropisches aber doch ein bedeutend wärmeres Klima als in ihrer Heimat finden, sollen sie an manchen Oertlichkeiten jährlich zweimal blühen und Früchte tragen. (Diss. v. Jacob, p. 28.)

2) Gardener's Chronicle, 1878, I, p. 790.

3) Géographie botanique raisonnée, Bd. I, p. 391 u. 392.

4) In Anmerkungen zu: Ansichten der Natur (neueste Cotta'sche Ausgabe), Bd. XI, p. 267.

hier auch die Ursache der Erscheinung nicht erörtert wird, so ist doch kein Zweifel, dass das gleichmässige feuchtwarme Klima, wie es besonders auf Mauritius herrscht, in der oben angegebenen Weise die Blüthenbildung verhindert.

Wir haben also in diesem Falle auch schon die Feuchtigkeit berücksichtigen müssen, als einen Umstand, der die Ausbildung der vegetativen Triebe einer Pflanze ebenso sehr befördert, wie er das Blühen hemmt. Auf diese Verhältnisse werden wir sogleich noch näher einzugehen haben. Es ist hier bloss noch, was die Wärme betrifft, darauf aufmerksam zu machen, dass eine plötzliche Erhöhung der Temperatur vor dem Blühen in der Regel störend auf die Entwicklung der Pflanze und somit auch auf die Ausbildung der Blüthe einwirkt. So etwas kann in der Natur zuweilen auftreten, wird aber besonders bei der künstlichen Pflanzenzucht beobachtet. Man pflegt bekanntlich viele Pflanzen, um ihre Blüthen eher zu haben, als sie dieselben in der Natur entwickeln, im Gewächshaus durch Wärme anzutreiben; aber hier kann es geschehen, dass, wenn die Temperatur mit einem Male zu schnell erhöht wird, die bereits angelegten Blüthen sich nicht entwickeln. Ein solches Steckenbleiben der Blüthen ist beobachtet worden bei Tulpen, Hyacinthen, Crocus, Convallarien, Syringen[1]). Es ist schwer zu sagen, warum die zu starke Temperaturerhöhung hemmend auf die Blüthenentfaltung wirkt, es steht zwar in Einklang mit den Beobachtungen, welche oben mitgetheilt wurden über das Unterbleiben der Blüthe bei aus nördlichen Gegenden stammenden und in tropische Regionen versetzten Pflanzen, es widerspricht aber den anderen Beobachtungen, welche gerade unter solchen Verhältnissen eine erhöhte oder häufiger wiederholte Blüthenbildung ergeben. Sachs hat die Frage in seiner Abhandlung über die Abhängigkeit der

1) Hildebrand, l. c. p. 96.

Keimung von der Temperatur [1]) mit berücksichtigt und glaubt annehmen zu müssen, dass für den Eintritt der Blüthenperiode eine Verminderung des Temperaturmaximums der Vegetation nöthig sei, oder dass der Eintritt der Blüthe und Fruchtbildung nicht erfolgt, wenn die Temperatur ein Maximum übersteigt, welches niedriger liegt als das für die eigentlichen Vegetationsprocesse, für Stamm- und Blattbildung.

„Wenn wir den Keimungsprocess, die Bildung der Blätter, das Blühen und das Reifen der Früchte in Bezug auf die Temperatur derjenigen Zeiten, wo diese Processe im Freien gewöhnlich eintreten, betrachten, so kommt man zu einer physiologisch merkwürdigen Folgerung. Es zeigt sich, dass das Keimen und die Blüthenentfaltung sehr häufig bei niederen Temperaturen eintreten, die völlige Ausbildung der Blätter und der Früchte aber fast immer an höhere Temperaturen gebunden erscheint. Dieser Unterschied fällt freilich ganz hinweg bei solchen Pflanzen, wo die Blüthen einzeln und nach und nach neben der Blattbildung auftreten. Wo dagegen ein abgeschlossener Blüthenstand nach vollendeter Blattbildung sich rasch entfaltet, da lässt sich im gewöhnlichen Laufe der Dinge eine gewisse Beziehung zu der Temperatur kaum verkennen."

Wie Sachs selbst später hinzufügt, bedarf es neuer, sehr ausgedehnter Untersuchungen zur Lösung der hier sich aufthuenden Probleme. Wir müssen uns begnügen, die Wirkungen der Temperatursteigerung und -verminderung auf die Blüthenbildung, soweit zuverlässige Beobachtungen darüber vorliegen, hier zusammenzustellen. So haben wir denn gesehen, dass ein gewisses Wärmemaass für das Blühen nothwendig ist, dass eine Pflanze ebenso das Blühen unterlässt, wenn sie in zu kaltem Klima wächst, wie eine andere, wenn sie in ein zu heisses Klima versetzt wird. In beiden Fällen kommen aber ver-

---

1) Gesammelte Abhandlungen etc., Bd. I, p. 75 u. 76.

schiedene correlative Wachstumsverhältnisse mit ins Spiel. Auch den mit dem Einfluss der Temperatur Hand in Hand gehenden Einfluss der Feuchtigkeit auf das Blühen haben wir theilweise nicht ganz ausser Acht lassen können.

Wir wollen jetzt versuchen, den letzteren möglichst für sich zu betrachten, denn gerade dieser Umstand, die grössere oder geringere Feuchtigkeit scheint sehr wesentlich für das Blühen zu sein und zwar in dem Sinne, dass es durch verminderte Zufuhr von Feuchtigkeit zu der Pflanze begünstigt wird. Wir können dies sowohl aus den von der Natur gebotenen Verhältnissen entnehmen, als auch aus den Methoden, welche die Pflanzenzüchter anwenden, um die Pflanzen zur Blüthenproduction zu veranlassen.

Trockenheit und Feuchtigkeit verhalten sich in ihrer Wirkung auf die Entwicklung der Pflanze ähnlich wie starke und schwache Beleuchtung: bei starker Beleuchtung und Trockenheit findet eine erhöhte Blüthenproduction auf Kosten der Laubbildung statt, bei schwacher Beleuchtung und Feuchtigkeit entwickeln sich die Laubtriebe stärker und die Blüthenbildung wird unterdrückt. Der Zusammenhang dieser Erscheinung ist auch hier nicht näher erklärt. Man kann wohl, wie es Sorauer[1]) thut, darauf hinweisen, dass bei der Laubtriebbildung meist ein stärkeres Längenwachsthum eintreten muss, und dass zur Streckung der Organe mehr Wasser aufgenommen werden muss, allein dies scheint doch nicht zuzutreffen, wo grosse, schnellwachsende Blüthen an Stelle gedrungener Laubsprosse producirt werden, wie z. B. bei Cacteen. Wenn ferner Sorauer sagt, dass bei andauernder Trockenheit das plastische Material gleichsam concentrirter wird und sich reichlicher in Form von Reservestoffen niederschlägt, die zur Ausbildung von Blüthenknospen nothwendig

1) Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 2. Aufl., 1. Theil, p. 161.

sind, so ist damit nicht erklärt, warum die Reservestoffe gerade zur Ausbildung von Blüthenknospen und nicht zu der von Laubknospen verwendet werden, indem doch letztere eigentlich mehr Material erfordern. Indessen bleibt es richtig, dass die Trockenheit auf das Blühen eine fördernde Wirkung hat und in vielen Fällen sehen wir auch den Nutzen dieser Erscheinung für das Leben der Pflanze und die Erhaltung der Art ein.

Es könnte nun vielleicht Jemand erwarten, wenn grössere Feuchtigkeit das Blühen hindert, dass dann die im Wasser wachsenden Pflanzen am wenigsten in der Lage sein müssten, zum Blühen zu gelangen. Allein die eigentlichen Wassergewächse besitzen doch eine besondere Organisation, die dem Leben im Wasser angepasst ist, und es gibt viele solcher Pflanzen, die reichlich blühen, wie die betreffenden *Ranunculus*-(*Batrachium*)-Arten und die Nymphaeaceen. Dass dagegen andere selten blühen, hängt damit zusammen, dass bei ihnen die geschlechtliche Vermehrung mehr oder weniger durch die Bildung ungeschlechtlicher Propagationsorgane zurückgedrängt wird, wie wir es bei den meisten Lemnaceen,[1]) bei *Elodea canadensis* und *Cymodocea antarctica* finden. Die letztgenannten drei Pflanzen führt Kerner in seinem „Pflanzenleben" (Bd. II, p. 452) als Beispiele dafür an, dass durch zu hohen Wasserstand die Blüthen- und also auch die Fruchtbildung der Wasserpflanzen gehindert werden kann, dass diese Pflanzen sich desswegen theilweise das Blühen abgewöhnt haben und sich dafür durch „Ableger" vermehren. Er scheint dabei das ganz verschiedene Verhalten von *Lemna, Elodea* und *Cymodocea* vollständig übersehen zu haben: *Lemna* nämlich ist als auf der

1) Ueber das Blühen von *Lemna* handelt eine Arbeit von L. Vuyck (Bot. Jaarboek der Dodonaea 1895). Früchte wurden darnach in Holland nur bei *Lemna trisulca* gefunden, bei den meisten Arten scheint, wenn es die Pflanze auch zur Blüthe bringt, nur selten eine Bestäubung stattzufinden.

Oberfläche schwimmende Wasserpflanze vom Wasserstande gar nicht abhängig, ebensowenig dürfte es *Cymodocea* sein, weil die Befruchtung doch immer unter Wasser vor sich geht. Nur *Elodea* muss ihre Blüthenstiele oder Fruchtknoten bis an die Oberfläche des Wassers strecken und kann diese vielleicht manchmal nicht erreichen; ihre durch üppiges Wachsthum starke vegetative Vermehrung hängt aber wohl nicht damit zusammen.

Wir wollen also von den eigentlichen Wasserpflanzen, auf die wir unten noch einmal zu sprechen kommen, hier absehen und vielmehr solche Pflanzen in Betracht ziehen, die theils an feuchten, theils an trockenen Standorten vorkommen. „Dass die Feuchtigkeit eine die Blüthezeit retardirende Wirkung auf die Pflanzen hat, können wir leicht bei unseren Culturen sehen, wo einestheils die gleichen Culturpflanzen sehr verschiedenzeitig ihre Früchte reifen, je nachdem sie an Stellen stehen, wo sie trockenem Luftzuge ausgesetzt sind, oder wo sie in stagnirender feuchter Luft wachsen; anderntheils bemerken wir auch in den verschiedenen Jahren das verschiedenzeitige Reifen der Früchte nicht so sehr durch niedere Temperatur, wie durch eine grössere Feuchtigkeit der Luft hervorgebracht“ [1]) So sollen sich auch nach dem eben citirten Autor durch die Feuchtigkeit des Standortes aus kurzlebigen Gewächsen langlebige ausbilden, indem sie „auf einem feuchten Boden bei sonst günstigen klimatischen Verhältnissen“ die erste Zeit ihres Lebens nur zum Vegetiren benutzen und gegen das Ende der Vegetationszeit nicht zum Blühen kommen, sondern Reservenahrung aufspeichern für den Anfang der nächsten Vegetationsperiode [2]).

Was nun specielle Beobachtungen betrifft, so kann zunächst an das oben geschilderte Verhalten der Obstbäume aus

1) Hildebrand l. c., p. 98.
2) Hildebrand l. c., p. 106–107.

Mitteleuropa erinnert werden, die in einem gleichmässig feuchten und warmen Klima nicht aufhören, Laubtriebe zu bilden und nicht dazu kommen, Blüthen anzulegen und zu entfalten. Ferner bemerken wir, dass in manchen Ländern, wo der Wechsel der Jahreszeiten wesentlich durch den Wechsel von Regen- und Trockenperioden bedingt ist, die Gewächse ihr Laub in der nassen, ihre Blüthen in der trockenen Periode entwickeln. Für den Sudan, der ein entsprechendes Klima hat, gibt Grisebach[1]) an, dass die Bäume ihre Blüthen meist am Ende der trockenen Periode vor den Blättern entfalten, welche erst nach dem Beginn der Regenzeit aus den Knospen hervorkommen. In Australien dagegen sollen die Bäume des Scrub und der Waldsavannen die nasse Jahreszeit vorzüglich zum Wachsthum der vegetativen Organe verwenden und die meisten erst dann blühen, nachdem der Regen vorüber ist[2]). Hier handelt es sich also nur um die durch die Feuchtigkeit bedingte Blüthezeit, nicht um das Blühen oder Unterbleiben desselben überhaupt. Dass aber das Erscheinen der Blüthen überhaupt erst durch eine gewisse Trockenheit hervorgerufen werden kann, geht aus den Beobachtungen von Warming[3]) in der Gegend von Lagoa Santa bei Rio de Janeiro hervor. Es ist ihm aufgefallen, dass viele Pflanzen auf den, Queimadas genannten, von den Indianern abgesengten Campos mit Vorliebe ihre Blüthen entwickeln, während sie auf den nicht verbrannten Campos nur selten zur Blüthe kommen. Im Anschluss an diese Erscheinung darf vielleicht eine Beobachtung von G. Jacob erwähnt werden, die von ihm selbst allerdings anders gedeutet wird. In seiner schon öfter citirten Dissertation berichtet er (p. 28), dass bei einer grossen Feuersbrunst in Heuchelheim bei Giessen die gewaltige Hitze eine

1) Die Vegetation der Erde (1884), Bd. II, p. 113.
2) Grisebach l. c. p. 206.
3) Bot. Centralblatt., Bd. LIV, p. 120.

Menge von Bäumen in den nahe gelegenen Obstgärten verbrannte oder verkohlte. „Manche waren völlig gedörrt oder geröstet, andere dagegen nur oberflächlich angesengt, je nach der Entfernung. Laub und Früchte schrumpften vielfach und fielen grösstentheils bald ab. Am 8. October wurden an mehreren versengten Birnbäumen zahlreiche und völlig entwickelte Blüthen beobachtet, theils an einzelnen Zweigen, theils ganze Aeste voll, oft neben grossen, schönen, vom Brande nicht verletzten Früchten; daneben waren schon viele junge Blätter in herrlichem Frühlingsgrün zu sehen und fast ganz ausgewachsen. Diese Erscheinung wurde, in Anbetracht des nichts weniger als warmen Herbstes, anderweitig in der Gegend nicht beobachtet." Verf. glaubt, dass dieser Fall über den befördernden Einfluss der Temperatur für sich allein auf das Phänomen des zweiten Blühens keinen Zweifel übrig lässt. Mir scheint aber gerade hierbei der Einfluss der Temperaturerhöhung in seiner Wirkung sehr zweifelhaft, besonders wenn wir berücksichtigen, was oben (p. 111) über den nachtheilgen Einfluss gesteigerter Wärme vor der Blüthenentfaltung auf diese gesagt worden ist; ich glaube desshalb vielmehr, dass es nur die Austrocknung der Pflanzen durch den Brand gewesen sein kann, durch die sie zum zweiten Blühen veranlasst wurden und möchte daher das Ereigniss als einen Beleg für den befördernden Einfluss der Trockenheit auf das Blühen ansehen.

In dieser Hinsicht können wir ferner die Beobachtungen von Wollny[1]) über das Blühen der Kartoffeln anführen. Es ist von diesen Pflanzen bekannt, dass die in den gemässigten Zonen cultivirten Varietäten eine sehr beschränkte Blüthenbildung haben. Die meisten Sorten kommen gar nicht zum Blühen, einzelne nur in manchen Jahren und nur einige wenige entwickeln öfter oder sogar regelmässig Blüthen und Früchte.

---

1) In Wollny's „Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik", Bd. X, 1888, p. 214—218.

In ihrem Vaterlande Chile dagegen bildet die Kartoffel, sowie die ihr verwandten Arten in jeder Vegetationsperiode Blüthen aus. Das Klima im Innern des nördlichen Chile, wo die Kartoffel wildwachsend vorkommt, zeichnet sich aber durch grosse Trockenheit und geringe Bewölkung aus, während im mittleren Europa die Pflanze eine grössere Bodenfeuchtigkeit geniesst und durch die häufige Bewölkung des Himmels die Sonnenstrahlen die Luft nicht so austrocknen können. Werden ausnahmsweise die klimatischen Verhältnisse hier den chilenischen ähnlich, d. h. tritt eine längere Trockenperiode und stärkere Insolation ein, so blühen auch hier viele Kartoffelvarietäten, die bei feuchter Witterung und schwächerer Beleuchtung niemals Blüthen entwickeln. Diese Erscheinung beobachtete Wollny besonders in den Jahren 1876, 1886 und 1887 in München, als die Niederschläge dort nur spärlich waren. Die Colocasie (*Colocasia antiquorum)*, welche in den Tropen theilweise die Kartoffel ersetzt, scheint auch nur an besonders trockenen Stellen zu blühen. Wenigstens berichtet Schacht[1]), dass er von dieser Pflanze, deren Blüthe überhaupt zu den Seltenheiten gehört, nur einmal auf einem ziemlich trockenen Acker alle Stöcke in Blüthe fand. Im einen sumpfigen, humusreichen Boden, sagt er, scheint sie niemals zur Blüthe zu gelangen.

Hier kann auch noch eine schon von Darwin[2]) citirte Stelle von Kalm angeführt werden: nach demselben sollen mehrere amerikanische Bäume, welche in Marschländern oder in dichten Wäldern so reichlich wachsen, dass sie sicher derartigen Standorten gut angepasst sind, kaum jemals Samen produciren, wenn sie dagegen zufällig an dem Aussenrande des Marschlandes oder des Waldes wachsen, mit Samen

---

1) Schacht, Madeira und Tenerifa mit ihrer Vegetation, p. 42.

2) Variiren der Thiere und Pflanzen etc. Deutsch v. Carus. Stuttgart 1873. Bd. II, p. 195.

überladen sein. Es wird hier freilich nichts über das Blühen gesagt, aber es ist doch anzunehmen, dass die samenlosen Bäume auch nicht geblüht haben. Dieses würde dann eine Folge der Feuchtigkeit sein, die im Innern des Waldes oder inmitten des Marschlandes herrscht, während am Rande die grössere Trockenheit das Blühen nicht hindern würde.

Ferner haben wir schon oben gesehen, dass die mitteleuropäischen Waldbäume erst spät zur Blüthe kommen und dass manche nicht alle Jahre blühen: auch dies hängt mehr oder weniger von Trockenheit und Wärme ab.

In ersterer Hinsicht kann ich aus dem Frankfurter botanischen Garten mittheilen, dass im Sommer 1893, der sammt dem Frühling dieses Jahres sich durch grosse Trockenheit auszeichnete und dem ein ebenfalls sehr trockener Sommer (1892) vorausgegangen war, folgende Holzgewächse zum ersten Male geblüht haben: *Fraxinus Ornus, Rhus Cotinus, Cedrela sinensis, Sorbus domestica, Pterostyrax hispida* (d. h. in den im Garten vorhandenen Einzelexemplaren, Sträuchern oder Bäumen). Es ist nun freilich nicht möglich nachzuweisen, dass diese Bäume und Sträucher noch nicht geblüht haben würden, wenn die Sommer 1892 und 1893 nicht so trocken und warm gewesen wären, allein es ist sehr wahrscheinlich, dass ihr erstmaliges Blühen auf die vorangegangene Trockenheit zurückzuführen ist, besonders da im Sommer 1893 manche andere Bäume ganz auffallend reich blühten, wie *Koelreuteria paniculata*, und *Broussonetia papyrifera,* andere, wie *Sophora japonica* fast einen Monat früher als sonst zur Blüthe gelangten. Aus seinem botanischen Garten in Middelburg (Holland) berichtet Herr Buijsman, dass *Ferula Narthex* (*Asa foetida)* im Frühjahr 1896 zur Blüthe gekommen ist, ein Ereigniss, welches bei dieser persischen Steppenpflanze in Europa sehr selten eintritt. Er weist darauf hin, dass die Trockenheit des vorausgegangenen

Winters und des Frühjahrs [1]) „zweifelsohne dazu beigetragen hat, das Blühen hervorzubringen, weil die *Ferula* doch eine Wüstenpflanze ist."

Was nun das wiederholte Blühen betrifft, so reagirt besonders deutlich die Buche *(Fagus sylvatica)* auf die Feuchtigkeit und Trockenheit. Es wird angegeben [2]), dass sie in dem kühlfeuchten Meeresklima von England oder Rügen seltener blüht als auf dem Continent. Hier kann man bei diesem Baume beobachten, dass besonders reiche Blüthen- und Fruchtbildung in den Jahren erfolgt, deren Vorjahr sich durch einen trockenheissen Sommer auszeichnet; denn die Blüthen werden bereits im Vorjahre angelegt. Nasskalte Sommer haben die entgegengesetzte Wirkung, wie sich aus dem schlechten Bucheljahr ergeben hat, das 1895 auf den nasskalten Sommer und Herbst 1894 folgte. Ein solches Verhalten zeigen aber nicht nur die Buchen, sondern auch andere Bäume. So blieben auf den nasskalten Sommer 1860 z. B. im Jahre 1861 ganz ohne Blüthen: *Picea vulgaris* und *Abies canadensis*, die meisten Ahornarten und viele andere Bäume.

Vielleicht kann hier auch hingewiesen werden auf eine Beobachtung, wonach das bei einigen Bäumen nicht zu seltene Auftreten einer zweiten Blüthe in dem nämlichen Jahre von der Trockenheit abhängig sein soll. Magnus [3]) beobachtete nämlich (Wien, 1873) an *Aesculus Hippocastanum*, dass die auf feuchtem Grunde wurzelnden Bäume im Herbst ihre Blätter frisch und grün behielten. Wo sie aber auf relativ trockenem Boden standen, hatten viele Bäume ihr Laub im October fast ganz verloren und blühten zum zweiten Mal. Nach G. Jacob (l. c., p. 16)

---

1) Viel mehr wohl die Trockenheit des Herbstes 1895.

2) Diese und die folgenden Angaben aus Nördlinger's Forstbotanik Bd. I, p. 241—243.

3) In Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin vom 17. Februar 1874.

ist einer der Umstände, unter denen eine zweite Blüthe im Herbst zu Stande kommt, der, dass auf anhaltende Trockenheit im Sommer plötzlich starke Regengüsse eintreten. Die Pflanzen, an denen er unter solchen Verhältnissen ein zweites Blühen beobachtet hat, sind: *Aesculus Hippocastanum* (25. IV. und 29. IX.), *Aesculus rubicunda* (19. V. und 5. X.), *Anemone silvestris* (15. V. und 24. VIII.), *Ranunculus lanuginosus* (13. V. und 14. X.), *Wistaria chinensis* (11. V. und 20. VII.)

Vielleicht ist es aber mit der Trockenheit ähnlich wie mit der Wärme, dass nämlich ein allzu grosses Maass von beiden wieder hindernd auf die Blüthenbildung wirkt. So würde es sich erklären, dass Overdieck[1]) in einem Bericht über seine Obsternte des Jahres 1877 (Deutschland) es dem schädlichen Einfluss der Trockenheit zuschreibt, dass viele Bäume überhaupt keine Blüthen angesetzt haben. Indessen lässt sich nicht wohl entscheiden, ob hier nicht noch andere Umstände, welche nicht bemerkt wurden, mitgewirkt haben.

Sonst ist mir keine Angabe bekannt geworden, dass Trockenheit jemals einen hemmenden Einfluss auf Blüthenansatz und Blühen gehabt habe. Vielmehr wird sie, resp. die Entziehung der Feuchtigkeit, in der Cultur allgemein angewandt, um vermehrte Blüthenbildung zu erzielen, während man durch reichliche Bewässerung die Ausbildung der vegetativen Organe zu vermehren sucht. Deswegen wendet man bei der Wiesencultur viel Aufmerksamkeit auf eine richtige Bewässerung der Wiesen, damit die Gräser viele und grosse Blätter bilden; auf zu trockenen Wiesen ist die Grasnarbe niedriger und es werden mehr ährentragende Halme gebildet. Bei den Pflanzen, deren Laubtriebe als Futter oder zu anderen Zwecken (wie das Zuckerrohr) verwendet werden, wird man also im Allgemeinen durch feuchte Cultur dazu verhelfen können, dass sich die Blätter auf

1) In Pomologische Monatshefte von Lucas, 1878, p. 193. (Citirt nach dem Botanischen Jahresbericht.)

Kosten der Blüthen vermehren. Die Culturpflanzen aber, auf deren Blüthen und Früchte es ankommt, wird man gern trocken halten, soweit dadurch nicht ein Mangel an Ernährung herbeigeführt wird. Allerdings tritt dieser Uebelstand häufig auf, wenn auf eine reiche Blüthenproduction hingearbeitet wird, während man doch möglichst viel Früchte erzielen will; es geschieht dann oft, dass die meisten Blüthen abfallen, ohne Früchte anzusetzen. Was diese Verhältnisse betrifft, so sei auf einen Artikel in Gardener's Chronicle (1881, Bd. II, p. 16) verwiesen.

Das hauptsächlichste Mittel, Pflanzen zum Blühen und auch zum reichen Blühen zu bringen, ist die Erschwerung der Wasseraufnahme durch die Wurzeln. Es geschieht bei Obst- und anderen Bäumen oder Sträuchern durch den sog. Wurzelschnitt, indem man einen Graben um die Pflanze zieht und die blossgelegten Wurzeln mit einem scharfen Messer abschneidet[1]). Da so die Ausbreitung des Wurzelsystems gehindert wird, wird auch von der Pflanze weniger Wasser aufgenommen, es können sich die vegetativen Theile weniger entfalten und es kommt um so eher zur Anlage von Blüthen. Schneidet man dagegen die Laubtriebe zurück, so wird die Verdunstung herabgesetzt, und da die Wurzeln immer noch dieselbe Wassermenge aufnehmen, so wird eine grössere Saftmenge in der Pflanze angesammelt. Diese wirkt auf die schnelle Entwicklung der noch im Knospenzustand befindlichen vegetativen Organe und es werden keine Blüthen gebildet. Aehnlich dem Beschneiden der Wurzeln wirkt es auch, wenn man den Raum beschränkt, in dem sich das Wurzelsystem ausbreiten kann, wenn man also die Pflanzen in Töpfen zieht. Hierher gehört eine von Fechner (in seiner „Nanna", p. 297) citirte Beobachtung von Linné:

---

1) Vergl. Wissenbach, Wurzelschnitt bei Obstbäuuten. (Nach „The Garden" in Pomologische Monatshefte von Lucas, 1878, p. 41.)

„Linné hat beobachtet, dass ein Baum, in einem weiten Gefäss überflüssig genährt, mehrere Jahre hintereinander Zweige aus Zweigen hervorbringe, da derselbe, in ein engeres Gefäss eingeschlossen, schnell Blüthen und Früchte trage.“ Hieraus erkennt man, fügt Fechner hinzu, den Einfluss, den die Art der Bewurzelung auf die Krone des Baumes hat. Die Methode, Pflanzen durch Cultur in Töpfen zum Blühen zu bringen, wird z. B. auch beim Treiben der Rosen befolgt. Man pflanzt dieselben schon im August des Vorjahres in Töpfe und hält sie recht trocken, damit sie frühzeitig sog. ausgereiftes Holz produciren, an dem im nächsten Jahre sich reichliche Blüthenknospen bilden [1]). Auch um Cacteen zum reichlichen Blühen zu veranlassen, wenden die Gärtner analoge Mittel an [2]). Sie lassen *Cereus* und ähnliche Formen im Herbst in den Töpfen im warmen Zimmer bis zum Schrumpfen austrocknen oder reissen sie gar aus dem Boden aus und pflanzen sie nach dem Welken später wieder ein. Die geschrumpften Exemplare bilden in der nächsten Vegetationsperiode meist reichliche Blüthen. Hierher gehört auch die von Nördlinger [3]) mitgetheilte Beobachtung, dass Gewächse, welche versendet worden sind, wobei sie gewöhnlich einen Theil ihrer Organe, zumal Wurzeln, einbüssen, manchmal unmittelbar darauf blühen, wenn auch nachher zeitlebens nicht wieder.

Aber nicht nur durch verminderte Wasseraufnahme der Wurzeln, sondern auch durch eine gehemmte Leitung des Wassers in den Stammtheilen kann man die Wasserzufuhr der Pflanze beschränken und stärkere Blüthenbildung veranlassen. Wird ein Zweig gebrochen, so dass er nur noch durch eine geringe Holzmasse mit dem Hauptaste zusammenhängt, so er-

---

1) Vergl. Wendt in Monatsschrift des Vereins zur Beförderung des Gartenbaus, 1880, p. 163.
2) Nach Sorauer l. c., p. 161.
3) Forstbotanik II, p. 245.

hält er natürlich auch weniger Wasser, da dieses ja im Holze geleitet wird. Dass solche halb gebrochene, herunterhängende Aeste viel reichlicher blühen, als nicht verletzte, beobachtete Ernst[1]) an den angepflanzten Kaffeebäumen in Caracas und er bemerkt dazu, dass die Pflanzer solche Aeste beim Reinigen der Bäume niemals abschneiden. Die Wasserzufuhr kann aber auch dadurch herabgesetzt werden, dass die Holzgefässe, in denen sich das Wasser bewegt, verstopft werden. Dies geschieht durch krankhafte Erscheinungen, wie z. B. bei der Serehkrankheit des Zuckerrohrs[2]). Eines ihrer Symptome besteht nämlich darin, dass die Gefässe, da wo die Stränge roth erscheinen, von einer schleimigen Masse verstopft sind. Ganz offenbar ist die dadurch hervorgerufene Störung in der Wasserzufuhr daran schuld, dass sich der Stengel nicht in normaler Weise in die Länge streckt und dass die Pflanze, anstatt ihre vegetativen Organe ordentlich zu entfalten, möglichst rasch zur Blüthenbildung schreitet und auch dazu gelangt, wenn nicht die Krankheit die Pflanze schon vorher tödtet.

Mit dem Wassermangel ist nun aber sehr leicht auch verbunden ein Mangel an Nährstoffen, denn in dem Wasser sind die Salze gelöst, deren die Pflanze zu ihrer Ernährung bedarf, ja selbst die Assimilation der Kohlensäure, die Bildung der Kohlehydrate leidet, wenn nicht genügend Wasser den grünen Theilen zugeführt wird. So werden wir denn, was wir als Folge der Trockenheit bezeichneten, zum Theil auch dem Mangel an Ernährung zuzuschreiben haben. Dieser letztere befördert ebenfalls die Blüthenbildung auf Kosten der Entwicklung der vegetativen Organe. Es tritt dann bisweilen ein Zustand der Pflanze ein, den man als Verzwergung oder Nanismus[3]) bezeichnet und der künstlich erzeugt werden kann

1) Botanische Zeitung, 1876, p. 33—41.
2) Vergl. oben p. 70.
3) Sorauer l. c. p. 93.

dadurch, dass man die Pflanze in möglichst kleinen Töpfen zieht. Es entstehen dann kleine, aber reichblüthige Exemplare, wie sie den Gärtnern bei den Blüthensträuchern zum Verkauf erwünscht sind. Auch in Gewächshäusern kann man häufig beobachten, dass kümmerliche Exemplare in kleinen Töpfen bereits blühen, während andere in grösseren Töpfen ihr Laub üppig entfaltet haben ohne zu blühen. Von einer eigentlichen Krankheit kann man in solchen Fällen noch nicht sprechen, aber die Pflanze kann durch überreiche Blüthen- und gar Fruchtproduction geschwächt werden und sich sogar „todt blühen". Das überreiche Blühen ist also theils eine Ursache, theils ein Symptom von Kränklichkeit. „So weiss man", sagt Sorauer[1]), „dass kränkelnde Exemplare, namentlich solche, die an Wurzelerkrankungen leiden, zu erhöhter Blüthenentwicklung geneigt sind." Als Beispiel dafür wird der von John Scott beobachtete Fall, der einen Sandelbaum (*Santalum album*) in Indien betrifft, angeführt. Dieser Sandelbaum schmarotzte mit seinen Wurzeln auf einer daneben stehenden Araliacee (*Heptapleuron umbraculiferum*), welche abgehauen wurde. Wenige Monate darauf war der Sandelbaum ganz entblättert und kränkelte 3 Jahre, blühte dabei aber reichlich.

Die günstigen Folgen des Nährstoffmangels auf das Blühen illustriren auch folgende Beispiele[2]). Auf Hagelbeschädigung der Obstbäume erfolgt nicht selten grosser Blüthenreichthum. Gipfel der Esche (*Fraxinus excelsior*), die von Hornissen stark beschädigt, d. h. ihrer Rinde in Form eines Ringes beraubt sind, blühen und tragen besonders gerne Samen. An einer jungen Ulme (*Ulmus campestris*) war ein Ast mit einem Draht umwickelt und dieser hatte den dicker gewordenen Ast eingeschnürt: dadurch blühte diese Ulme vor der Zeit und zwar lediglich an dem eingeschnürten Ast. Das Umschnüren

1) l. c., p. 161.
2) Nach Nördlinger, Forstbotanik II, p. 246.

mit Draht ist demgemäss auch ein in der Obstbaumzucht angewandtes Mittel, um den Blüthenansatz zu erhöhen. Andere, auf dem Princip der verminderten Nahrungszufuhr beruhende Mittel sind: ringförmige Entrindung oder Halbdurchsägung von Aesten, Entblössung des Bodens von Laub und sogar Entfernung der Erde in der Umgebung des Stammes; auch kann man hier erwähnen, „das Pfropfen der Schosse junger, raschwachsender Sämlinge von Laub- und Nadelhölzern auf ältere Bäume, um bei deren gemässigterem Saftzudrange bald Blüthen und Früchte zu bekommen".

Schliesslich sei noch erwähnt, dass in Indien die *Agave vivipara*, wenn sie in reichem Boden wächst, unveränderlich Zwiebeln aber keinen Samen producirt, während ein armer Boden und ein trockenes Klima zum entgegengesetzten Resultate führt [1]).

Trockenheit des Bodens und Mangel an Nahrung sind also zu eng mit einander verbunden, als dass von jedem sein Einfluss auf das Blühen der Pflanzen gesondert besprochen werden kann. Auch stehen, wie schon erwähnt, die Verhältnisse von Licht und Wärme untereinander und mit denen der Feuchtigkeit meistens in gewisser Beziehung, sodass sie in der Natur häufig vereint wirken. Stellt man Versuche über die Abhängigkeit des Blühens von diesen Factoren an, so ist es schwer, bei Pflanzen im freien Lande, ihnen verschiedene Verhältnisse der Wärme zu bieten, soweit solche nicht durch Besonnung und Beschattung bestimmt sind. Experimentirt man aber in geschlossenen Räumen, in denen die gewünschten Temperaturverhältnisse leichter herzustellen sind, so hat man immer mit dem Mangel an Licht zu rechnen. Ich habe nun im Sommer 1892 im Heidelberger botanischen Garten einige Versuche angestellt, bei denen nur der Einfluss verschiedener Feuchtigkeit

1) Nach Royle, citirt von Darwin, Variiren d. Thiere u. Pflanzen etc., p. 194.

und Beleuchtung studirt werden sollte. Dieser ungleiche Einfluss konnte sich auch nur zu erkennen geben in dem früheren oder späteren Blühen derselben Arten, er hat sich aber so zu erkennen gegeben, wie es nach den oben abgeleiteten Regeln zu erwarten war.

Es wurden gegen Ende April in je 8 Töpfe gesäet *Phalaris canariensis* und *Borrago officinalis* und in weitere 8 Töpfe wurde die Grasnarbe von *Andropogon Ischaemum* gepflanzt. Von jeder Pflanzenart wurden die Töpfe paarweise folgendermaassen behandelt. Ein Paar stand an einem sonnigen Standort und wurde trocken gehalten, d. h. die Töpfe standen frei auf dem Boden und erhielten ausser dem Regen nur soviel Wasser durch Begiessen, als in trockenen Zeiten nothwendig war. Ein zweites Paar stand daneben, aber in einer Schale, die beständig Wasser enthielt, und wurde reichlich begossen. Das dritte und vierte Paar wurde in derselben Weise trocken und nass gehalten, aber an einem sehr schattigen Standort. Die Pflanzen entwickelten sich nun in den verschiedenen Töpfen ziemlich ungleich.

I. Bei *Phalaris* blühten am 4. Juli nur die besonnten und trockenen Pflanzen, sie zeigten aber kleinere und bereits vergilbende Blätter, die nassen und beschatteten Pflanzen dagegen hatten grosse und kräftig entwickelte grüne Vegetationsorgane, die beschatteten und trockenen Pflanzen waren nicht ganz so kräftig, und die besonnten und nassen standen am schlechtesten. Später kamen alle Pflanzen zum Blühen, die schattigen und nassen aber zuletzt. So zeigt sich gerade bei dieser Pflanze der befördernde Einfluss des Lichtes und der Trockenheit auf das Blühen recht deutlich.

II. *Andropogon Ischaemum* ist eine Pflanze, welche sich an schattigen Standorten vegetativ besser entwickelt als an sonnigen und welche die Trockenheit besser verträgt als die Feuchtigkeit. Am 9. August waren nur an den besonnten und

trockenen Pflanzen Inflorescenzen sichtbar, alle übrigen machten noch keine Anstalten zum Blühen und die beschatteten Pflanzen waren selbst bis zum 10. September noch nicht zur Blüthe gekommen. Also auch bei *Andropogon* sehen wir deutlich das Blühen durch Licht und Trockenheit begünstigt.

III. Bei *Borrago* entwickelten sich wegen der kleinen Töpfe alle Pflanzen zu Zwergexemplaren. Am 23. Juni erschienen an den besonnten und trockenen Pflanzen die ersten Blüthenknospen, während an allen anderen sich noch kaum die Stengel gestreckt hatten. Die besonnten und nassen blühten erst Mitte Juli, die beschatteten Pflanzen entwickelten sich aber so schlecht, dass nur eine zur Blüthe kam und zwar eine der feucht gehaltenen.

Analoge Versuche habe ich mit anderen Pflanzen im Sommer 1896 im Frankfurter botanischen Garten angestellt, allein mit zu wenigen Exemplaren, um recht brauchbare Resultate zu erhalten. Es waren *Tradescantia virginica, Pelargonium zonale* und *Digitalis grandiflora.*

Tradescantia bedarf vieler Feuchtigkeit, sodass die trocken gehaltenen Exemplare sich überhaupt nicht entwickelten, das nass gehaltene in der Sonne blühte aber reichlich schon von Anfang Juni an, während das im Schatten erst Anfang August eine spärliche Inflorescenz bildete. Von den *Digitalis*pflanzen blühte das nasse Exemplar im Schatten am 11. Juni auf, es war aber offenbar das kräftigste Exemplar, dann folgten am 12. Juni das trockene in der Sonne, dann das nasse in der Sonne, dann Ende Juni das trockene im Schatten. Bei *Pelargonium* blühten die Exemplare im Schatten etwas eher auf (16. VI.) als die in der Sonne (17. VI. und 25 VI.), aber die ersteren bildeten nur eine Inflorescenz, die bald verblüht hatte, die letzteren je ca. 10 Inflorescenzen, die zum Theil noch im September in Blüthe waren.

Wenn nun auch bei diesen Pflanzen der unterschiedliche Einfluss von Trockenheit und Feuchtigkeit nicht hervortritt, vielleicht wegen ungünstiger Wahl der Versuchspflanzen oder der zu geringen Zahl derselben, so zeigt sich doch der fördernde Einfluss des Lichtes auf das Blühen bei *Tradescantia* und *Pelargonium* sehr deutlich.

Den meinigen ähnliche, aber etwas ausgedehntere Versuche hat im Sommer 1892 E. Gain[1]) in Fontainebleau angestellt. Er experimentirte mit *Lupinus albus, Zea Mays, Polygonum fagopyrum, Medicago sativa, Avena sativa* u. a. und gelangte zu folgenden Resultaten.

Trockener Boden und feuchte Luft verzögern das Blühen, ebenso feuchter Boden und feuchte Luft, trockener Boden und trockene Luft beschleunigen es, trockene Luft und feuchter Boden beschleunigen es noch mehr. Es findet also nach Gain folgende Reihenfolge statt vom begünstigenden zum hemmenden Einfluss auf das Blühen: trockene Luft sehr günstig, feuchter Boden günstig, trockener Boden ungünstig, feuchte Luft sehr ungünstig. Praktisch würde daraus zu folgern sein, dass in trockenen Jahren und in regenarmen Gegenden eine Bewässerung des Bodens wichtig ist, um ein zeitiges Blühen herbeizuführen. Man sieht also, dass das Ergebniss in dieser Hinsicht, was nämlich die Feuchtigkeit des Bodens betrifft, nicht mit den Anschauungen übereinstimmt, zu denen wir oben gekommen waren. Es scheint mir aber auch, dass die Versuchsanstellung des Verfassers nicht ganz einwandfrei ist, besonders in dem Fall, dass er, um feuchten Boden und trockene Luft zu erhalten, die Pflanzen mit Chlorcalcium unter Glasglocken brachte.

Im Allgemeinen können wir doch wohl sagen, dass Licht, Wärme und Trockenheit diejenigen äusseren Agentien sind,

1) Comptes rendus, 1892, Vol. CXV, p. 890—892.

welche das Blühen begünstigen; von anderen äusseren Umständen käme wohl nur die Beschaffenheit des Bodens in physikalischer und chemischer Beziehung in Betrachtung, aber über deren Einfluss auf das Blühen hat man noch keine Beobachtungen gemacht. Allein bei Wasserpflanzen kann es dem Einfluss des Standortes zugeschrieben werden, dass ihre Blüthenbildung unterdrückt wird. Es ist nämlich klar, wie Schenck[1]), sagte, „dass bei dem öfteren Wechsel des Niveaus oder bei der bald schwächeren, bald stärkeren Strömung unserer Gewässer für die Wasserpflanzen mit Luftblüthen gar leicht Bedingungen werden eintreten können, unter denen die Ausbildung der Blüthen vollständig zwecklos wäre. Bei zu tiefer Versenkung der Pflanze würden die Blüthen die Oberfläche nicht erreichen und im Wasser bald unbefruchtet verwesen, in reissenden Bächen und Flüssen würden die zarten Blüthentheile bald durch die Gewalt des bewegten Wassers zerstört sein, und in der That ist es eine höchst bemerkenswerthe Erscheinung, dass die Wasserpflanzen unter solchen ungünstigen Bedingungen, gleichsam als ob ihnen das Bewusstsein von der Zwecklosigkeit der Blüthenbildung innewohne, überhaupt nicht fructificiren, sondern die rein vegetative Vermehrung vorziehen, um die Erhaltung der Art zu sichern. Es gilt dies auch insbesondere von den amphibischen luftblüthigen Gewächsen, die bei zu tiefer Versenkung im Wasser ebenfalls keine Blüthen bilden.“ Als Beispiele führt der citirte Autor an: *Hippuris vulgaris, Sagittaria sagittifolia, Alisma Plantago*, einige *Juncus*-Arten, *Isnardia palustris, Litorella lacustris, Elatine Alsinastrum, Sparganium simplex*, *Callitriche* und einige *Potamogeton*-Arten. Wenn wir auch die Zweckmässigkeit von diesem Verhalten der Wasserpflanzen einsehen, so müssen wir uns doch auch nach der wirkenden Ursache fragen, indessen werden wir diese Frage schwerlich mit Sicherheit beantworten können. Zunächst können wir vermuthen, dass sowohl bei zu hohem

1) Biologie der Wassergewächse, Bonn 1886, p. 107.

Wasserstand wie bei zu bewegtem Wasser die Intensität der Beleuchtung, welche den submersen Pflanzen zu theil wird, nicht mehr hinreicht, blüthenbildende Stoffe zu erzeugen, dass also die Blüthen hier aus demselben Grunde nicht angelegt werden, wie bei Pflanzen, welche zu sehr beschattet sind. Wir würden dann diese Erscheinung mit zu denen, welche von der Beleuchtung abhängen, zu rechnen haben. Es kann aber auch sein, dass rein mechanische Verhältnisse, nämlich der höhere Druck der grösseren Wassermenge, welcher bei hohem Wasserstande auf den submersen Wasserpflanzen lastet, dass der Stoss des rasch bewegten Wassers auf dieselben eine Wirkung ausübt, welche die Anlage der Blüthen verhindert. Man könnte auch daran denken, dass unter den oben geschilderten Verhältnissen der Verkehr der Pflanzen mit der Luft erschwert wäre, dass sie eine geringere Menge Sauerstoff erhielten, dass dabei die Athmung herabgesetzt würde und für die Blüthenbildung nicht mehr ausreicht, denn diese scheint doch mit einer intensiveren Athmung als die Entwicklung der Laubknospen verbunden zu sein. Es bleibt also vorläufig noch unentschieden, aus welcher wirkenden Ursache Wasserpflanzen, wenn sie in zu tiefem oder zu bewegtem Wasser wachsen, keine Blüthen bilden, wir nehmen die Erscheinung als ein Beispiel für den Einfluss des Standortes, abgesehen von den Einflüssen des Lichtes, der Wärme und der Feuchtigkeit, und wir sehen nun, welche Einflüsse ferner zu berücksichtigen sind.

In der Blüthenbiologie spielen bekanntlich die Thiere, besonders die Insecten, eine grosse Rolle. Da manche Blüthen nur durch ganz bestimmte Insecten bestäubt werden können, so ist es sehr wohl denkbar, dass das Fehlen dieser Insecten an einem Standorte, vielleicht auch das gänzliche Aussterben derselben, indem es die Bestäubung der Blüthen unmöglich, das Blühen daher überflüssig machte, die Pflanzen dazu

brächte, überhaupt nicht mehr zu blühen, sondern sich nur auf vegetative Weise zu vermehren. Da es sich hier um einen Ersatz der geschlechtlichen Vermehrung, der die Blüthen dienen, durch die ungeschlechtliche handelt, so soll dieser Punct erst im nächsten Kapitel behandelt werden. Dass die Blüthezeit in Beziehung steht zu der Jahreszeit, in welcher die bestäubenden Insecten vorhanden sind, ist als eine sogenannte gegenseitige Anpassung aufzufassen, die hier nicht weiter zur Erörterung zu kommen braucht. Einflüsse anderer Art, welche auf die Pflanzen von Organismen ausgeübt werden, sind schädigende, besonders häufig die von Parasiten. Es kann hier nur ein ganz vereinzelter Fall erwähnt werden, in dem die Pflanze durch den Reiz eines Parasiten zu vorzeitigem Blühen gebracht wird. Wie nämlich bei manchen Hexenbesen durch den Pilz eine sogenannte Anticipation der Laubtriebe veranlasst wird, nämlich ein Austreiben der für das nächste Jahr angelegten Knospen schon in diesem, so kann auch ein vorzeitiges Austreiben der für das nächste Jahr angelegten Blüthenknospen an den vom Pilze befallenen Sprossen eintreten. „So entwickeln die Sprosse von *Primula Clusiana* und *minima,* welche von *Uromyces Primulae integrifoliae* befallen werden, und die man sofort an den verlängerten Rosettenblättern erkennt, ihre im Sommer angelegten Blüthen nicht, wie das sonst der Fall ist, im Frühlinge des nächsten, sondern schon im Herbste desselben Jahres“ [1]).

Schliesslich ist noch auf das hinzuweisen, was schon mehrfach angedeutet wurde, dass die Blüthenproduction in Correlation steht mit der Ausbildung der vegetativen Theile: einmal in dem Sinn, dass keine Blüthen auftreten können, wenn die Sprosse zu schwach entwickelt sind, um die nöthigen Stoffe zu liefern, wie wir es bei den im Dunkeln keimenden

---

1) Kerner, Pflanzenleben, Bd. II, p. 518.

und wachsenden Pflanzen sahen; dann aber vor allem in dem Sinn, dass die Vegetationsorgane um so schwächer werden, je mehr die Reproductionsorgane sich entfalten. Der Pflanze steht eben nur ein gewisses Quantum Nährmaterial zur Verfügung, und wenn sie viel davon auf die einen Organe verwendet, so bleibt für die anderen weniger übrig. Wenn das Licht viele Knospenanlagen veranlasst, sich zu Blüthenknospen zu entwickeln, so können um so viel weniger zu Laubknospen werden. Bei vieler Feuchtigkeit geht die Pflanze stark ins Laub, bleibt aber in der Blüthenbildung zurück. Wird die Entwicklung der vegetativen Theile begünstigt, wird besonders der Stamm kräftiger und holziger, so ist der Pflanze auch eine längere Existenz gesichert und sie braucht weniger dafür zu sorgen, durch Blühen und Fruchten Nachkommen zur Erhaltung der Art zu erzielen, sich fortzupflanzen.

Ein sehr interessantes Beispiel der Art, dass das Blühen durch die Laubentwicklung beeinträchtigt wird, bietet das von Ernst[1]) geschilderte Verhalten von *Eriodendron anfractuosum*, einer in Caracas häufig angepflanzten Art von Wollbäumen aus der Familie der Bombaceen. Viele Exemplare des *Eriodendron* blühen niemals, erneuern dagegen alljährlich zweimal ihr Laub. Ein 17 Jahre altes Exemplar in San Francisco hat (bis 1885) noch niemals geblüht, verliert aber jährlich Mitte Februar und Mitte August in 2 bis 3 Tagen alle seine Blätter, steht dann 4—5 Tage kahl und ist nach einer Woche schon wieder vollständig belaubt. Bei dieser ausserordentlichen Verkürzung der Periode der Blattlosigkeit, welche eben für *Eriodendron* die der Blüthenproduction ist, kann der Baum nicht zum Blühen kommen. Ein anderes, 6 Jahre altes, in der Nähe stehendes Exemplar hat bereits (1885) zweimal geblüht, obgleich nicht an allen Aesten, und hat jährlich nur einen Laubfall.

---

1) Berichte der deutschen botan. Gesellsch., Bd. III, p. 320.

Die blüthenlos bleibenden Zweige belauben sich viel früher als die anderen, nämlich erstere schon Mitte Mai, letztere im August. Die Ursache der Verzögerung liegt natürlich in der Erschöpfung der Zweige durch die Blüthenproduction, denn der verhältnissmässig noch kleine Baum hatte wohl 8000 Blüthen. Bei dem ersteren blüthenlosen Exemplar ist die Eigenthümlichkeit angeerbt, denn es ist aus einem Steckling gezogen von einem Baume, der gleichfalls nie in Blüthe gesehen worden ist. Das andere Exemplar dagegen ist aus einem Samen gezogen, stammt also von einem blühenden und fruchtenden Baume.

Auf die Unterdrückung der Blüthen durch Ausbildung reichlicher ungeschlechtlicher Vermehrungsorgane will ich hier nicht eingehen, sondern die Beziehungen, welche zwischen dem Blühen mit nachfolgender Samenbildung und der vegetativen Vermehrung bestehen, im nächsten Kapitel behandeln. Dasselbe wird überhaupt das eben zu beschliessende in manchen Punkten ergänzen, ganz besonders, soweit es sich um Correlationsvorgänge handelt. —

KAPITEL IV.

Ueber das Verhältniss zwischen Keim- und Knospenbildung bei der Fortpflanzung der Gewächse.

In der Einleitung wurde auseinandergesetzt, dass wir zwei Fortpflanzungsarten zu unterscheiden haben, die durch Keime und die durch Knospen. Die erstere führt von der asexuellen Sporenbildung zu der geschlechtlichen Fortpflanzung, welche bei den Blüthenpflanzen die normale Art der Vermehrung ist. Die Knospenbildung dagegen können wir betrachten als ein Aushilfsmittel, das zur Erhaltung der Art von der Natur angewendet wird, wenn die Keimbildung nicht ausgiebig oder sicher genug dafür zu sorgen im Stande ist. So haben wir im dritten Kapitel gesehen, dass verschiedene äussere Umstände das Blühen der Pflanzen verhindern können, an dessen Stelle eine Vermehrung durch Knospen treten kann, wenn überhaupt die Pflanze die Fähigkeit besitzt, vegetative Vermehrungsorgane zu produciren. Im zweiten Kapitel aber hatten wir gefunden, dass in vielen Fällen die Vermehrung nur auf vegetativem Wege, also durch Knospen, erfolgt und dass bei den sich so vermehrenden Pflanzen die Keimbildung, nämlich die Samenproduction oder sogar schon das Blühen unterbleibt. Erinnern wir uns nun auch an das, was im vorigen Kapitel über die Correlation zwischen der Bildung von Laub- und Blüthen-

knospen gesagt wurde, so übertragen wir dies leicht auf das Verhältniss zwischen Knospen- und Keimbildung in dem Sinne, dass bei Pflanzen, welche die Fähigkeit zu beiden haben, die eine um so mehr zurücktreten wird, je stärker die andere entwickelt ist.

Wenn wir nun auch daran festhalten, dass im Allgemeinen die Vermehrung durch Keime bei den höheren Pflanzen die gesetzmässige ist, so können wir uns doch denken, dass in einzelnen Fällen die Verhältnisse für die Ausbildung der Vermehrung durch Knospen so günstig war, dass dadurch die durch Keime ganz zurückgedrängt wurde. Es entsteht also die Frage, ob es Fälle gibt, in denen die vegetative Vermehrung zur Unterdrückung der Blüthen- und Fruchtbildung führen kann, oder ob nicht immer nur erst dann die vegetative Vermehrung regelmässig oder ausschliesslich auftritt, wann das Blühen oder die Keimbildung überhaupt aus irgend einem Grunde häufig oder immer unterbleibt? Es handelt sich hier um die Sporenpflanzen ebensogut wie um die Samenpflanzen Wir müssen uns zur Entscheidung der Frage die bekannten Fälle genauer ansehen, denn ich glaube nicht, dass sich aus reiner Ueberlegung die Frage in dem einen oder anderen Sinne beantworten lässt. Sie wurde übrigens schon im ersten Kapitel berührt und dort wurde auch Darwin citirt, nach welchem keine hinreichenden Beweise vorhanden sind, dass die lange Dauer der vegetativen Fortpflanzung die wirkliche Ursache der Sterilität jener Pflanzen ist. Es scheint mir zweckmässig, bei dieser Untersuchung die Pflanzen in spontan wachsende und cultivirte einzutheilen oder wenigstens die wichtigsten hier zu betrachtenden Culturpflanzen später einzeln für sich zu besprechen und zunächst zusammenzustellen, was wir über die Entstehung der einen oder anderen Fortpflanzungsweise wissen, wobei es sich meistens um spontan wachsende Pflanzen handelt. Wir können zunächst eine Gruppe solcher Pflanzen unter-

scheiden, die ein ausgedehnteres Verbreitungsgebiet besitzen und in einigen Gegenden desselben sich vorwiegend durch Keime, in anderen durch Knospen vermehren. Es gehören hierher die Gewächse, von denen schon oben (p. 28—32) die Rede war und deren Zahl sich wohl noch vermehren lässt. Für diese Fälle kann meistens nachgewiesen werden, dass es klimatische Ursachen sind, welche die Entwicklung der Blüthen oder den Ansatz der Früchte verhindern, und dass sie, um die Art zu erhalten, diesem Mangel durch die Ausbildung von vegetativen Vermehrungsorganen abzuhelfen suchen. Theils ist der Standort zu hoch im Gebirge, wie bei einigen der lebendig gebärenden Gräser, bei dem p. 108 angeführten *Polygonum viviparum*, den Moosen, welche p. 32 als die letzten aufgeführt sind, theils ist das Klima der Gegend zu kalt und dann sehen wir, dass die Pflanzen sich hier nur vegetativ vermehren, keine Blüthen oder doch keine Früchte produciren, während sie in südlicheren Gegenden ihres Verbreitungsgebietes dieses thun: die hierher gehören, sind meistens auch schon erwähnt worden und ich will nur noch kurz auf folgende hinweisen: die Lemnaceen (p. 107), das Laubmoos *Leucodon sciuroides* (p. 32), dann nach Darwin (l. c.) *Acorus calamus, Hypericum calycinum, Carex rigida, Jussiaea grandiflora.* Es handelt sich hier also auch um Pflanzen, bei denen das Blühen durch Mangel an Wärme oder durch die ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse gehindert wird, aber freilich nur um solche Pflanzen, bei denen dann auch eine vegetative Vermehrung für den Ausfall der Samen- oder Sporenbildung eintritt.

Es kann ferner die Pflanze zwar blühen, aber keine Früchte ansetzen, wenn die zur Bestäubung erforderlichen Insecten fehlen. Dies tritt an manchen Orten für *Ranunculus Ficaria* ein, der nach Darwin in England, Frankreich und der Schweiz selten Samen trägt und sich hier durch seine Bulbillen vermehrt. Nach Kerner (Pflanzenleben II, p. 455) kommt es be-

sonders auf den Standort an, indem an sonnigen Plätzen die Blüthen von kleinen Käfern, Fliegen und Bienen bestäubt werden und desswegen Früchte ansetzen können, während an schattigen Stellen die bestäubenden Insecten fehlen, die Fruchtanlagen fehlschlagen und durch die Bulbillen ersetzt werden. In ähnlicher Weise verhält sich *Dentaria bulbifera* (Fig. 20), welche sich an sonnigen Stellen durch Samen, im Schatten des Hochwaldes nur durch Ableger vermehrt, weil im letzteren die Blüthen nicht von Insecten besucht und bestäubt werden. Vielleicht können wir auch *Lilium tigrinum,* die Feuerlilie, hierherrechnen, die in den Pyrenäen und im südlichen Frankreich, in der Form *Lilium croceum,* fast immer Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife bringt, während sie in den Central- und Nordalpen kaum jemals reife Früchte erzeugt, sondern sich durch

Fig. 20. Fig. 21.

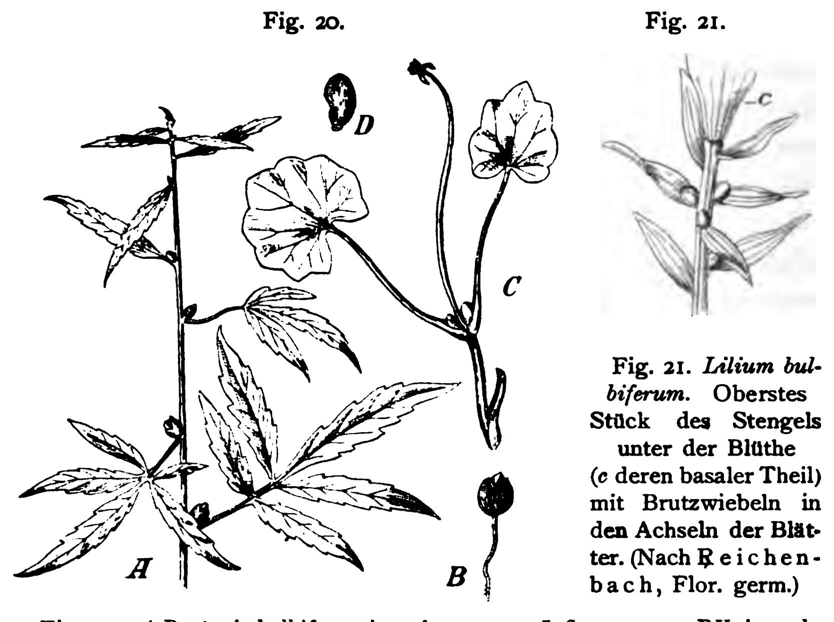


Fig. 21. *Lilium bulbiferum.* Oberstes Stück des Stengels unter der Blüthe (*c* deren basaler Theil) mit Brutzwiebeln in den Achseln der Blätter. (Nach Reichenbach, Flor. germ.)

Fig. 20. *A Dentaria bulbifera* mit verkümmerter Inflorescenz. *B* Keimende Brutknospe derselben. *C Ranunculus Ficaria.* *D* Einzelne Brutknospe derselben. (Nach Kerner.)

kleine zwiebelartige, in den Blattachseln stehende Ableger vermehrt und desswegen als *Lilium bulbiferum* bezeichnet wird (Fig. 21). *Dentaria* und *Lilium* haben sich unter diesen Verhältnissen an solchen Orten, wo die Blüthen doch nur nutzlos producirt werden würden, das Blühen sogar ganz abgewöhnt und sind auf die Vermehrung durch Brutzwiebeln angewiesen. *Stellaria bulbosa* kommt gegenwärtig nur noch auf einem eng umschriebenen Gebiet in Krain und Kroatien vor und blüht hier regelmässig ohne Früchte anzusetzen. Kerner nimmt für diesen von ihm berichteten Fall an, dass die Pflanze der zurückgebliebene Rest einer entschwundenen Flora ist und dass auch die Insecten, die ihr ursprünglich als Bestäubungsvermittler dienten, mit der Flora verschwunden sind. Das Blühen hat sich die Pflanze trotzdem noch nicht abgewöhnt, aber den Mangel an Samen ersetzt sie durch Knöllchen, die in sehr grosser Menge an den unterirdischen fadenförmigen Stengeln dieser Pflanze gebildet werden und sich leicht ablösen. Aehnlich scheint es sich nach Kerner mit *Gagea bohemica* zu verhalten, die im westlichsten Theile ihres Verbreitungsgebietes, in Böhmen und Deutschland, aus ihren Blüthen niemals Früchte producirt: sie ist wohl in diesem westlichen Gebiet als ein Relict der Steppenflora zu betrachten und wie die anderen Pflanzen dieser Flora, haben sich auch die bestäubenden Insecten nach Osten zurückgezogen, sodass die Pflanze gezwungen ist, sich auf vegetativem Wege zu erhalten und zu vermehren. In allen diesen Pflanzen unserer zweiten Gruppe haben wir also Beispiele eines Falles, der ganz deutlich zeigt, dass die vegetative Vermehrung als Ersatz für den Ausfall der Vermehrung durch Samen eintritt, was natürlich nur geschehen kann, wenn die Pflanzen die Fähigkeit zur Knospenbildung als Vermehrungsweise besitzen; dieselbe ist vorher nur nebenbei und gelegentlich eingetreten, jetzt aber das einzige Mittel zur Erhaltung der Art geworden. Hätten die Pflanzen dasselbe

nicht gehabt, so würden sie aus den Gebieten, in denen ihre bestäubungsvermittelnden Insecten fehlen, verschwunden sein.

Eine dritte Gruppe bilden die Pflanzen, bei denen die Geschlechtsorgane in den Blüthen verkümmern, sodass keine Befruchtung und folglich auch keine Samenbildung eintreten kann. Auch hier tritt dann die vegetative Vermehrung erst secundär als Ersatzmittel zur Erhaltung der Art ein. Von *Cochlearia armoracia* z. B. schreibt Darwin (l. c.), dass sie sich hartnäckig verbreitet (wohl durch Theilung des vielköpfigen Wurzelstockes) und in verschiedenen Theilen von Europa naturalisirt worden ist, dass aber die Blüthen niemals Samen produciren: „Auch theilt mir, sagt Darwin, Professor Caspary mit, dass er diese Pflanze seit 1851 beobachtet, dass er sie aber nie befruchtet gesehen hat, und dies ist nicht überraschend, da er kaum ein gutes Pollenkorn findet." Warum die Pollenkörner degeneriren, weiss ich nicht, glaube auch, dass die Unfruchtbarkeit an Samen nur stellenweise vorhanden ist, denn in den floristischen Werken werden die Früchte und Samen ohne weitere Bemerkung beschrieben.

Ferner können die Blüthen unfähig zur Fortpflanzung werden, wenn die Staubgefässe und vielleicht auch Fruchtblätter in Blüthenblätter metamorphosirt werden und gefüllte Blüthen entstehen. In der Gartencultur ist dies eine häufige und von den Gärtnern auch beabsichtigte Erscheinung; solche Sorten mit gefüllten Blüthen werden natürlich nur durch Stecklinge oder Ableger irgendwelcher Art vermehrt, wie die gefüllten Rosen durch Oculiren. In der Natur entstehen seltener gefüllte Blüthen, woran dann häufig die Einwirkung von Milben (*Phytoptus*-Arten) schuld ist. Als Beispiel führt Kerner an: *Cardamine uliginosa*, „eine Pflanze, welche auf den feuchten Wiesen im Wiener Becken und noch häufiger in der Umgebung von Salzburg und bei Ried in Oberösterreich mit gefüllten Blüthen wild wachsend angetroffen wird." An der Mehrzahl der Stöcke, deren Frucht-

anlagen verkümmern, kommen an den genannten Standorten auf den Blättern Adventivsprosse zur Ausbildung, welche sofort zu neuen Pflanzen auswachsen.

Es ist ausserdem bekannt, dass viele Bastarte steril sind oder wenigstens bei vielen in Folge von abweichenden Verhältnissen in der Structur einzelner Blüthentheile eine unvollkommene oder auch gar keine Befruchtung eintritt, sodass wenige oder auch gar keine keimfähigen Samen entstehen. Solche Bastarte zeigen aber nicht nur ein kräftiges vegetatives Wachsthum, sondern auch starke Neigung, sich durch Ausläufer und andere Arten von Knospenbildung zu vermehren, was schon den älteren Beobachtern aufgefallen ist. Nach C. F. Gärtner[1]) stimmen die Beobachtungen von Kölreuter, Sageret und Wiegmann mit den seinigen ganz darin überein, dass die Bastarte nicht nur ein üppiges Wachsthum in allen ihren Theilen zeigen, sondern auch ein ausgezeichnetes Sprossungs- und Wurzelungsvermögen besitzen und sich dadurch leicht vegetativ vermehren. Auch „manche Hybriden, welche keinen so luxurirenden Wuchs haben, wie mehrere *Dianthus-*, *Lavatera-*, *Linum-*, *Lycium-*, *Lychnis-*, *Lobelia-*, *Geum-*, *Pentstemon*-Bastarte, stocken sich sehr um, und lassen sich leicht durch Ableger, Wurzeltriebe und Schnittlinge vermehren und fortpflanzen.“ Uebrigens ist die Ansicht Gärtners die, dass die Luxuriation und mit dieser die vegetative Vermehrung eine Eigenthümlichkeit gewisser Bastarte sei, die nicht mit ihrer Sterilität zusammenhänge, denn an mehreren absolut sterilen Bastarten hat er nur ein schwaches und beschränktes Wurzelungsvermögen beobachtet, während gerade diejenigen Bastarte, bei welchen man die meiste Fruchtbarkeit bemerkt hat, die stärkste Luxuriation in allen ihren Theilen gezeigt haben. Indessen gibt er zu, dass bei den Hybriden die Störung der Geschlechtsthätigkeit und der Ent-

1) Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart 1849, p. 527 und 642.

wicklung ihrer Organe nicht ohne Folgen für das innere Leben dieser Gewächse sein werde und zu diesen Folgen hat er schon an früherer Stelle die Luxuriation, das Sprossungsvermögen und die längere Dauer ihres Lebens gerechnet. Wenn aber Gärtner unter den Gründen für die Ansicht, dass die Luxuriation nicht mit der Sterilität zusammenhänge, auch den anführt, dass bei den Diphyten (diöcischen Pflanzen), von denen ein Theil doch steril bleibt, keine solche Luxuriation auftrete, so kann diesem Grunde keine Bedeutung beigelegt werden, da die männlichen und die weiblichen Pflanzen der Diöcisten gewissermaassen nur zwei nothwendig zu einander gehörende Theile einer Art ausmachen, und die männliche Pflanze, von Anfang an nur zur Hervorbringung des Pollens bestimmt, nicht mit einer sterilen weiblichen verglichen werden kann. Kerner sieht in der gänzlichen oder theilweisen Unfruchtbarkeit hinsichtlich der Samen bei Bastarten den Grund für ausgiebige Vermehrung durch Knospen und führt als Beispiele die spontan auftretenden Bastarte von *Cirsium*- und *Verbascum*-Arten an, welche sich durch eine reichliche Bildung von oberirdischen und unterirdischen weit und breit herumkriechenden Stocksprossen auszeichnen. Dadurch kommt es, dass man an gewissen Stellen mehr Stöcke der *Cirsium*-Bastarte (*C. purpureum* und *C. affine*) als ihrer Stammeltern findet.

Bei manchen diöcischen Pflanzen beobachtet man, dass sie in einigen Ländern nur in dem einen Geschlecht vorkommen, also unter diesen Umständen steril bleiben müssen. *Stratiotes aloides* wird hier nur in männlichen, dort nur in weiblichen Exemplaren gefunden, an anderen Orten in beiderlei Geschlechtern. *Elodea canadensis* kommt in Europa nur in weiblichen Exemplaren vor, ebenso *Lunularia vulgaris* in Deutschland. *Chara crinita* ist über fast ganz Europa verbreitet, doch sind männliche Pflanzen nur aus Südfrankreich und Siebenbürgen bekannt. Während *Chara crinita* durch parthenogene-

tisch erzeugte Keime reichlich für ihre Vermehrung sorgt, wird bei den anderen das Fehlen der Keime durch ausgiebige Knospenbildung ersetzt: bei *Stratiotes* durch die Ausläufer, bei *Elodea* durch die Verzweigung und Trennung der Sprosse, bei *Lunularia* durch Brutknospen. Es ist aber hier die Knospenbildung keineswegs durch die Sterilität bedingt, sondern bei den einen als eine Eigenthümlichkeit der Wasserpflanzen zu betrachten, bei *Lunularia* als eine solche, wie sie auch bei verwandten Lebermoosen, wie *Marchantia*, neben der Sporenbildung reichlich vorkommt. Ueberhaupt zeichnen sich Diöcisten nicht durch eine besondere Neigung zur Knospenbildung auf Kosten der Keimbildung aus: wenn auch einige, wie Weiden, Pappeln, Dattel, Feige leicht und vorzugsweise durch Stecklinge vermehrt werden, so stehen ihnen andere, wie *Taxus, Mercurialis, Cycas, Juniperus*, entgegen. Die Vermuthung, dass die Diöcisten wegen der Leichtigkeit, mit der bei ihnen Sterilität eintreten kann, besonders zur Knospenbildung neigen würden, bestätigt sich also nicht.

Die eben genannten Wasserpflanzen, *Stratiotes* und *Elodea*, bei denen an Stelle der Samenbildung eine ausreichende vegetative Vermehrung einzutreten pflegt, leiten uns zu dem schon oben (p. 130) geschilderten Verhalten zahlreicher Wasserpflanzen über. Wir hatten gesehen, dass dieselben, wenn durch zu hohen Wasserstand Bedingungen eintreten, welche die Blüthenbildung oder die Bestäubung oder das Ausreifen der Früchte erschweren, überhaupt häufig nicht blühen und fructificiren, „sondern die rein vegetative Vermehrung vorziehen, um die Erhaltung der Art zu sichern.“ Auch bei ihnen ist es kaum fraglich, dass die Unterdrückung der Blüthen und somit auch der Früchte, als die Ursache anzusehen ist, aus welcher die vegetative Vermehrung stattfindet und dass nicht die Leichtigkeit der letzteren die erstere aufhebt. Denn von einigen Pflanzen scheint es, dass die Vermehrung durch

Knospen nicht eintritt, selbst wenn die Keimbildung verhindert wird (*Juncus supinus, Isnardia palustris, Elatine Alsinastrum, Sparganium simplex).* So finden wir es auch bei einigen Kryptogamen nach Schenck (l. c. p. 109): eine Anzahl von submersen oder schwimmenden Laub- und Lebermoosen und Gefässkryptogamen kommen nur zur Sporenbildung, wenn ihr Standort periodisch der Trockenheit ausgesetzt wird oder wenn wenigstens der Wasserstand kein zu hoher ist, andernfalls bilden sie keine Sporen; dafür kann dann allerdings eine ausgiebige vegetative Vermehrung eintreten. Bei *Marsilea quadrifolia* pflanzen sich die im Wasser erzogenen Schwimmformen sogar fabelhaft rasch auf ungeschlechtlichem Wege fort, während von *Pilularia globulifera* nur angegeben wird, dass sie in tiefem Wasser ohne Früchte bleibt.

Schenck sagt, dass bei den betreffenden Archegoniaten die Fructification im Wasser bedeutend zurücktritt, „theils weil in diesem Medium günstigere Bedingungen für eine erhöhte Vegetation statthaben, theils weil sich im Wasser der Befruchtungsvorgang nicht in der Weise abspielen kann, wie bei den Landarchegoniaten.“ Das letztere gelte besonders für die Moose. Die „erhöhte Vegetation“ kann nun auch zu einer vegetativen Vermehrung führen, die ja nach unserer Auffassung nur ein Wachsthum über die Grenzen des Individuums hinaus ist, sie braucht dies aber nicht zu thun, und somit ist auch hier das wirkliche Eintreten der vegetativen Vermehrung erst dadurch hervorgerufen, dass die Pflanze keine Sporen oder Samen zu ihrer Ausbreitung bildet. Im Uebrigen steht es ganz im Einklange mit unserer in der Einleitung dargelegten Auffassung, dass auf die Erhaltung der Species durch besondere Fortpflanzungsorgane um so länger verzichtet werden kann, je günstiger die Umstände sind, unter denen sich die Individuen befinden. Das letztere trifft für Wasserpflanzen eher ein, als für Landpflanzen, indem jene, solange sie unter Wasser leben,

keinen Mangel an Nahrung zu leiden brauchen und ungünstigen atmosphärischen Einwirkungen und den Angriffen von Seiten der Thierwelt und der pflanzlichen Schmarotzer weniger ausgesetzt zu sein scheinen als die Landpflanzen. Jedenfalls ist zu betonen, dass es bei den Wasserpflanzen aus dem Reiche der Phanerogamen, Farne und Moose besonderer äusserer Umstände bedarf, wenn an Stelle der Keimbildung die Knospenbildung treten soll und dass wir desshalb eher berechtigt sind, anzunehmen, die letztere trete nur als Ersatz für die erstere ein, als dass wir, ganz im Allgemeinen, das Ausbleiben der ersteren der grösseren Fähigkeit zu vegetativer Vermehrung zuschreiben. Dass nicht auch in dem einen oder anderen Falle das letztere Verhältniss von Ursache und Wirkung stattfinde, soll damit nicht durchaus bestritten werden. Mit Sicherheit lässt sich die Sache überhaupt nicht entscheiden, nicht einmal in dem Falle, wo wir ein vollständiges Fehlen der Keimbildung und eine rein vegetative Vermehrung finden, nämlich bei den Meeresalgen aus der Gattung *Caulerpa.* Es ist möglich, dass die grosse Leichtigkeit, mit der aus jedem abgetrennten Theile des Thallus ein neuer hervorwächst, die Keimbildung ganz überflüssig gemacht und aufgehoben hat, es ist aber auch möglich, dass zunächst die Schwärmsporen- oder Oosporenbildung aus irgend einem Grunde unterblieben ist und durch vegetative Vermehrung ersetzt worden ist. Die mit den Caulerpaceen nächstverwandten Familien und die Algen überhaupt scheinen mir keinen Anhalt zur Entscheidung der Frage zu geben. Es lässt sich nur sagen, dass es leichter denkbar ist, dass die Keimbildung als überflüssig wegen der ausgiebigen vegetativen Vermehrung ganz unterblieben ist, als dass sie zunächst aus irgend einem anderen Grunde fehlgeschlagen sein soll, da doch sonst die Schwärmsporen- und Gametenbildung bei anderen Algen reichlich und ohne Schwierigkeit zu erfolgen pflegt; allein gerade bei den mit *Caulerpa* nahe

verwandten Codiaceen kennt man die Schwärmsporenbildung nur für *Halimeda* und die Gametenbildung nur für *Codium*, während die Fortpflanzungsverhältnisse bei den übrigen 6 Gattungen unbekannt sind.

Caulerpa kann somit vielleicht als eine Pflanze betrachtet werden, bei der im Gegensatz zu allen vorher angeführten spontan wachsenden Pflanzen die Propagationskraft zuerst so gesteigert wird, dass sie zur Unterdrückung der Reproduction führt. Mit noch grösserer Wahrscheinlichkeit können wir dies bei einer anderen Pflanze annehmen, die in ihrer Lebensweise einen directen Gegensatz zu *Caulerpa* bildet und geradezu als Luftpflanze bezeichnet werden kann: ich meine die wurzellose epiphytische *Tillandsia usneoides*. Jedes abgerissene Zweigstück dieser Pflanze, das an dem Geäste eines Baumes hängen bleibt, kann weiterwachsen und bildet dann einen der Bartflechte ähnlichen herunterhängendeu Schweif. Diese Schweife werden, wie Schimper schreibt[1]), durch den Wind stark zerfetzt und die abgerissenen Stücke fallen nicht nur theilweise auf die Aeste der Bäume, sondern können vom Winde auch auf grössere Entfernungen hin getragen werden, bis sie an einem Aste hängen bleiben. Noch besser sorgen die Vögel für die Verbreitung der Pflanze, indem sie dieselbe als Material zum Nestbau verwenden, da die verbauten Stücke sich nachher weiter entwickeln. Wie ergiebig die vegetative Verbreitung der *Tillandsia usneoides* sein muss, geht daraus hervor, dass sie von Argentinien bis zum südlichen Nordamerika der gewöhnlichste und verbreitetste der phanerogamischen Epiphyten ist. Denn neben dieser Verbreitungsart kommt eine Vermehrung durch Samen kaum in Betracht, da die Pflanze nur selten blüht und in ihren Früchten nur wenige Samen ent-

1) Die epiphytische Vegetation Amerikas (Bot. Mittheilungen aus den Tropen, Heft 2, p. 31).

wickelt. Vielleicht sind manche geneigt, dieser seltenen Blüthen- und Samenbildung noch eine besondere Bedeutung insofern beizulegen, als sie sagen, dass es dadurch der Pflanze ermöglicht werde, nach langer ungeschlechtlicher Vermehrung wieder eine durch Verjüngung entstandene Generation zu erzeugen und so die Art gelegentlich zu verjüngen. In ungezwungener Weise wird man das seltene Blühen der *Tillandsia usneoides* als eine im Erlöschen begriffene Erscheinung betrachten, indem man annimmt, dass diese Pflanze, die ja von regelmässig blühenden Pflanzen abstammt, sich noch nicht gänzlich an die neue Lebensweise accommodirt habe, aber im Begriffe stehe, die Keimbildung und mit ihr das Blühen gänzlich zu unterlassen, weil es durch die ausgiebige vegetative Vermehrung überflüssig geworden ist. Dies passt nun freilich nicht zu der Anschauung, welche Schimper im Allgemeinen über die Vermehrung der Epiphyten äusserst, dass nämlich bei ihnen die vegetative Vermehrung desswegen eine weit grössere Rolle spiele, als bei Bodenpflanzen, weil die durch Samen und Sporen, welche nicht so leicht die geeigneten Stellen zur Keimung finden, bei ihnen unsicherer ist. So sollen sich Farne, Orchideen und Utricularien durch Stolonenbildung, Araceen, Bromeliaceen, *Carludovica, Peperomia* u. a. dadurch verbreiten, dass die Nebenäste eines Sprosssystems durch Absterben des Hauptsprosses selbständig werden. Wir können diese Neigung zur vegetativen Vermehrung wohl als eine Anpassung an die epiphytische Lebensweise betrachten; die Ausbildung der Reproductionsorgane bleibt dabei ungeschwächt bestehen oder wird vermindert. Ersteres ist der Fall bei vielen Bromeliaceen, unter denen nur die so abweichende *Tillandsia usneoides* eine Ausnahme macht, das letztere bei den Utricularien, von denen Schimper angibt, dass er sie nie mit Samen gefunden habe. Fraglich ist das auch schon früher genannte *Oncidium Lemonianum* (s. Fig. 7),

welches zwar regelmässig blüht, aber niemals fruchtet, sondern sich dadurch vermehrt, dass in den Axeln der unteren sterilen Brakteen des Blüthenstandes neue Sprosse entstehen, die mit der Mutterpflanze in Verbindung bleiben und auf diese Weise lange, von einem Baum zum anderen sich erstreckende Colonien bilden. Hier scheint es freilich eher, dass die Vermehrungssprosse sich ausgebildet haben, weil, vielleicht wegen Mangel an bestäubenden Insecten, die Blüthen keine Samen entwickelten, als dass die Entstehung der Vermehrungssprosse die Reproduction zurückgedrängt habe. Ein ähnliches Verhalten zeigt die, allerdings nicht epiphytische, *Fourcroya gigantea* (Fig. 22), insofern auch sie regelmässig blüht, aber niemals

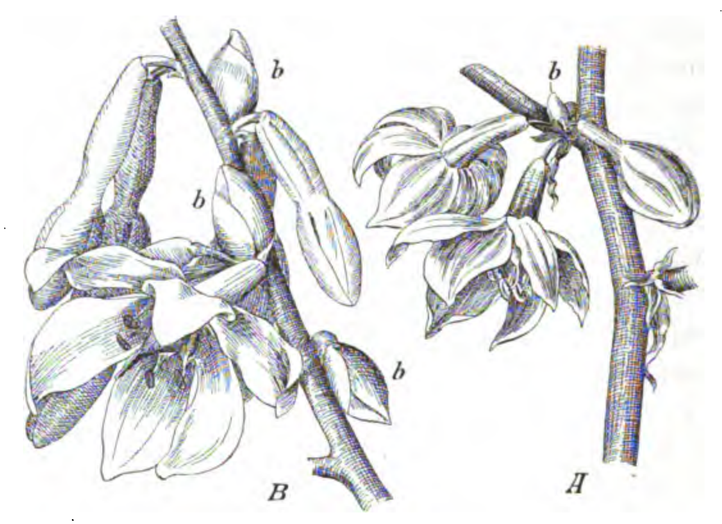


Fig. 22. *A Fourcroya gigantea. B F. Selloa.* Theil eines Blüthenstandes mit Bulbillen *(b)*. (Nach Bot. Mag.)

Samen bildet, sondern sich dadurch vermehrt, dass „neben jeder Blüthe eine Brutknospe erscheint, welche allmählich zu einer, von grünen Blättern umhüllten Zwiebel heranwächst, noch ein Jahr am Blüthenschaft verbleibt, darauf abfällt und

am Boden Wurzel schlägt"[1]). Auch hier dürften die Brutknospen erst als Ersatzorgane für die fehlenden Samen sich ausgebildet haben, was um so wahrscheinlicher sein würde, wenn man fände, dass in einer Gegend ihres Verbreitungsbezirkes die *Fourcroya gigantea* sich in normaler Weise durch Samen vermehrt, worüber mir aber nichts bekannt geworden ist.

Aus dem, was über die spontan wachsenden Pflanzen bisher gesagt worden ist, ergibt sich, dass, wenn überhaupt, so doch nur ausnahmsweise das Fehlen oder Zurücktreten der geschlechtlichen Fortpflanzung als eine Folge der vorherrschenden vegetativen Vermehrung eintritt, dass vielmehr in den bei weitem meisten Fällen gewisse äussere Umstände das Blühen oder die Ausbildung der Samen verhindern und dass dann die Natur, um die Art zu erhalten, zu dem Mittel der vegetativen Vermehrung greift.

Wie ist es nun mit den cultivirten Pflanzen, von denen es, wie wir im zweiten Kapitel gesehen haben, eine ganze Reihe solcher gibt, welche nur auf vegetativem Wege vermehrt werden? Diese Vermehrungsweise ist in erster Linie desshalb angewendet worden und wird immer angewendet, weil sie die bequemere und schneller zum Ertrage führende ist. So könnte man ja die Dattelpalmen auch aus Samen ziehen, würde aber viel länger zu warten haben, bis aus dem Keimling ein Früchte gebender Baum entstände, als wenn man sogleich von einem Wurzelschössling ausgeht. In anderen Fällen, wie bei Aepfeln, Rosen u. dergl. ist bei der Anzucht aus Samen die Gefahr vorhanden, dass der Sämling nicht die Eigenschaften der Sorte bewahrt, sondern abweicht oder in den Zustand des Wildlings zurückschlägt. Vielleicht haben auch einige der hier in Betracht kommenden Pflanzen schon, bevor sie in Cultur genommen worden sind, eine gewisse Neigung zur Sterilität gezeigt, schwer

---

1) Schacht, Madeira und Tenerife, p. 19.

geblüht oder ihre Samen selten reif werden lassen. Eine andere Frage ist nun, ob die fortgesetzte vegetative Vermehrung auf die Reproduction durch Samen hindernd einwirkt, sodass die Samenbildung, ja sogar das Blühen, allmählich als überflüssig unterbleibt. Dieses würde natürlich nur eintreten dürfen, wenn die Samen von den Züchtern der betreffenden Pflanze nicht verwendet würden: wir finden aber auch, dass keine der Pflanzen, welche in der Cultur nur auf vegetativem Wege vermehrt werden, ihres Samens wegen cultivirt wird, sondern entweder wegen vegetativer Theile, Sprosse, Knollen u. dergl. oder wegen des Fruchtfleisches. Die Pflanzen hingegen, welche der Samen wegen cultivirt werden, wie die Getreidearten, Leguminosen, Cacao, Kaffee u. a., werden immer aus Samen gezogen. Sehen wir uns nun die auf vegetativem Wege vermehrten Culturpflanzen, welche schon im ersten Kapitel angeführt wurden, noch einmal von dem soeben erörterten Gesichtspuncte aus an.

An den Anfang stellen wir wieder die Banane. Sie wird bekanntlich ihrer Früchte wegen cultivirt, muss also blühen und Früchte tragen, auf deren Samen es aber nicht ankommt. „Obschon nun Blüthenstaub und normal ausgebildete Samenknospen vorhanden sind, und der erstere sogar reichlich Pollenschläuche treibt, so erfolgt dennoch niemals eine Befruchtung; die Samenknospen vertrocknen, während die Frucht heranreift. Von allen *Musa*-Arten mit essbaren Früchten sind desshalb keine Samen bekannt, dagegen bringt die *Musa troglodytarum*, mit ungeniessbarer Frucht, bekanntlich keimfähige Samen.“ Diese Angaben von Schacht (Madeira und Tenerife p. 39) sind noch dahin zu ergänzen, dass die Entwicklung oder das Fehlschlagen der Samen und das Fleischigwerden der Früchte vom Standorte abhängig zu sein scheinen. So bringt *Musa Fehi* Bert., mit essbaren Früchten, um so eher vollkommen entwickelte Samen hervor, je höher im Gebirge ihr Standort

und je magerer der Boden ist, auf dem sie steht, während die Ausbildung des Fruchtfleisches in umgekekehrtem Verhältnisse steht[1]). Ob die cultivirten Bananen, welche als *Musa sapientium* zusammengefasst werden können, jemals Samen producirt haben, wissen wir nicht, da ihre Cultur bekanntlich uralt ist; die wildwachsenden, wie sie jetzt noch in Ceylon gefunden werden, scheinen dies auch nicht mehr zu thun, sodass jedenfalls so viel feststeht, dass die allgemein und nothgedrungen angewandte Culturmethode nicht erst die Samenbildung verdrängt hat. Man wird annehmen müssen, dass die *Musa*-Arten eine Neigung zur Sterilität haben und dass diese am stärksten bei *M. sapientium* ist, sodass desswegen zur Ausbreitung der Pflanzen die vegetative Vermehrung beitragen, ja bei *M. sapientium* vollständig für die Reproduction eintreten musste. Die Fähigkeit freilich, aus dem Rhizom neue Sprosse zu treiben, kann von Anfang an vorhanden gewesen sein und braucht nicht erst durch die Neigung zur Sterilität, über deren Grund wir nichts wissen, hervorgerufen worden zu sein.

Der Feigenbaum hat mit der Banane die Eigenschaft gemeinsam, dass das essbare Fruchtfleisch sich unabhängig von dem Eintritt der Bestäubung ausbildet. Die morphologischen Verhältnisse sind freilich hier ganz andere und es schlagen bei der Feige nicht nur die Samen, sondern die ganzen eigentlichen Früchtchen fehl, wenn nicht mit Hülfe der betreffenden Gallwespe, bei der Caprification, Blüthenstaub auf die weiblichen Blüthen gebracht wird. Das Receptaculum wird aber überall auch da fleischig, wo gar keine männlichen Exemplare vorhanden sind, wenn nur die klimatischen Verhältnisse günstig sind. Man kann also bei der Feige nicht von einer Neigung zur Sterilität, sondern nur von einer Erschwerung der Be-

---

1) Nach Petersen in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, *Musaceae*, p. 9.

fruchtung sprechen: wegen dieser und der Unsicherheit der Vermehrung durch Samen hat die Pflanze die Fähigkeit erworben, sich leicht durch Stockausschlag auszubreiten. Diese Fähigkeit wird vom Menschen in der Cultur benutzt und auf die Zucht aus Samen wird ganz verzichtet; von einer Einwirkung der schon so lange betriebenen vegetativen Vermehrung auf die Ausbildung der Reproductionsorgane kann nichts bemerkt werden.

Da die Dattelpalme ihrer Früchte wegen gezogen wird, dieselben aber nur ausbilden kann, wenn nach erfolgter Bestäubung und Befruchtung der weiblichen Blüthen der Samen sich entwickelt[1]), so würde eine Beeinträchtigung der Reproductionskraft mit der Cultur unverträglich sein. Die Dattelkerne keimen auch ohne Schwierigkeit, aber sehr langsam und die Entwicklung des Keimlings geht ebenfalls sehr langsam von statten. Es würde also sehr lange dauern, bis man die Pflanzen so weit herangezogen hätte, dass sie blühen können und dann wäre man noch auf den Zufall angewiesen, wie viele von ihnen fruchttragende und wie viele männliche, deren man ja nur wenige zur Bestäubung für viele weibliche bedarf, wären. Desshalb vermehrt man die Dattelpalme seit langer Zeit durch die abgeschnittenen Seitentriebe, die sich reichlich an der Basis älterer Stämme entwickeln. Es hat aber in diesem Falle die Ausbildung keimfähiger Samen nicht im geringsten nachgelassen bei fortgesetzter ausschliesslicher vegetativer Vermehrung in der Cultur.

Beim Oelbaum wendet man die Vermehrung durch Stecklinge nicht bloss des schnelleren Erfolges wegen an,

---

1) Es muss wohl auf einem Irrthum beruhen, dass Darwin (Variiren d. Th. u. Pfl. etc. II, p. 193) die Dattel mit unter denjenigen Früchten aufzählt, die ein essbares Fleisch entwickeln, auch wenn sie selten oder nie Samen enthalten. In Hinsicht der Culturmethode sei hier nochmals auf die Abhandlung Hansen's über die Dattelpalme in „Prometheus“ 1890 verwiesen.

sondern auch wegen der Schwierigkeit, mit welcher die Samen keimen (conf. p. 39). Worauf die geringe Keimfähigkeit der Oliven beruht, vermag ich nicht anzugeben; vielleicht wird sie auch nur in einigen Gegenden, deren klimatische Verhältnisse der Keimung ungünstig sind, beobachtet; der wilde Oelbaum scheint sich leicht durch Samen zu vermehren und soll durch Aussäung Wälder gebildet haben. Jedenfalls können wir nicht sagen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung durch die vegetative Vermehrung beim Oelbaum beinträchtigt worden ist.

Anders verhält sich die Sache beim Zuckerrohr, über dessen Cultur und Neigung zur Sterilität bereits oben (p. 69 und 84) gesprochen wurde. Es sei hier nochmals hervorgehoben, dass man nicht im Allgemeinen sagen kann, das Zuckerrohr blühe selten, wohl aber, dass es selten keimfähige Samen hervorbringt. Das Blühen hängt theils von der cultivirten Varietät ab, indem die eine leichter oder früher, die andere schwerer oder später blüht, theils von den äusseren Lebensbedingungen, unter denen es gezogen wird: so kommt es nach Schacht (l. c. p. 34) auf Madeira nur auf solchen Feldern zur Blüthe, welche tiefer gelegen und dazu der Sonne stark ausgesetzt sind. Dass keimfähige Samen entstehen können, hat Benecke, dem wir die ersten genaueren Untersuchungen der hier in Betracht kommenden Verhältnisse verdanken, nachgewiesen. Seine Meinung, die er sich aus mehrjähriger Beschäftigung mit der Zuckerrohrcultur gebildet hat, ist, dass die Pflanze unzweifelhaft im Begriff steht, ihre Fähigkeit, zu blühen und Früchte zu tragen, zu verlieren. In diesem Zustande habe sie sich jedenfalls schon befunden, als der Mensch ihre Cultur begann, und nichts spricht dafür, dass sie jemals in der Cultur durch Früchte vermehrt worden ist. Man zieht die Pflanzen aus Stecklingen, wie oben (p. 69) geschildert wurde. So wird denn auch im natürlichen Zustande nicht bloss der alte Stock durch neuen sogen. Wurzelauschlag ersetzt

(wie man es auch an den Topfpflanzen der Gewächshäuser sieht), sondern es entstehen dadurch auch immer mehr neue Pflanzen, die so, freilich nur langsam, aber sicher, zu einer Verbreitung über ein grösseres Gebiet führen; vermuthlich kann auch, wenn ein grosser Halm, durch Wind oder Thiere geknickt, sich auf die Erde legt, an seinem oberen Ende eine neue Aussprossung entstehen und so eine noch schnellere und weitere Verbreitung erfolgen. Diese Leichtigkeit der vegetativen Vermehrung scheint nun hier wirklich die Veranlassung zur beginnenden Sterilität gewesen zu sein, die um so auffallender ist, als sonst die Gräser eine grosse Menge fruchtbarer Samen zu erzeugen pflegen. Wenigstens wüsste ich nicht, welchen anderen Grund man für die schwindene Reproductionskraft des Zuckerrohres anführen könnte. Es kommt hinzu, dass der Züchter nicht nur kein Gewicht auf die Ausbildung der Samen legt, sondern das Blühen des Zuckerrohres sogar ungern sieht, weil dabei die benutzten Theile an Werth verlieren: so wird die Cultur die Neigung zur Sterilität noch unterstützen.

Bei unseren Obstbäumen und Reben wird die Vermehrung durch Stecklinge aus den oben angegebenen Gründen angewendet, nämlich weil die Sämlinge zu langsam wachsen und zu leicht ausarten. Eine Beinträchtigung der Reproductionsorgane tritt nur insofern ein, als manche Kernobstfrüchte, wie auch Orangen, und manche Weinbeeren weniger Samen als die Regel ist, oder gar keine Samen erzeugen. Es ist dies aber gewiss nicht zur Vermehrungsweise in Beziehung zu bringen, sondern beruht offenbar auf einem Correlationsverhältniss zwischen Fruchtfleisch und Samen, insofern das Material nicht ausreicht, beides zur grösstmöglichen Vollkommenheit zu bringen. Während die meisten Gartenzüchter die bedeutende Grösse und anormale Entwicklung der Frucht als die Ursache und die Unfruchtbarkeit als das Resultat betrachten, hält Darwin die umgekehrte Ansicht für wahrscheinlicher, weil er

findet, dass bei Bastarten die Neigung zur Sterilität ein üppiges Wachsthum der vegetativen • Theile, der Blumenblätter u. s. w., leicht zur Folge hat. Es ist aber bei den oben genannten Pflanzen gar kein Grund zur Unterdrückung der Samen zu finden, wenn man ihn nicht eben in der starken Ausbildung des Fruchtfleisches findet, auf die ja der Züchter hin arbeitet und die das vorhandene Material zunächst in Anspruch nimmt.

Ein ähnliches Correlationsverhältniss lässt sich auch annehmen für die Knollengewächse. Bei einigen derselben, die nur vegetativ vermehrt werden, wie die Batate *(Convolvulus Batatas)*, die Colocasie *(Colocasia antiquorum)*, die Pfeilwurz *(Maranta arundinacea)* und die Kartoffel, ist eine Neigung zur Sterilität vorhanden, indem sie nur selten blühen, oder wenigstens, wie bei der Kartoffel, einige Varietäten sich so verhalten, worüber im III. Kapitel gehandelt worden ist [1]. Wenn auch äussere Umstände, wie Feuchtigkeit und Lichtmangel, mit eine Rolle spielen bei der Unterdrückung der Blüthen, so dürfte doch in erster Linie hier desswegen die Leichtigkeit der vegetativen Vermehrung die Schuld tragen, weil die Ausbildung der besonderen knollenförmigen Vermehrungsorgane eine Eigenthümlichkeit der betreffenden Arten ist und ein anderer Grund für die mangelhafte Reproduction aus Samen fehlt. Hier können wir mit Darwin übereinstimmen, nach welchem es eine wahrscheinlichere Ansicht ist, „dass Pflanzen, welche sich nach der einen Methode reichlich fortpflanzen (nämlich durch Knospen), nicht hinreichende Lebenskraft oder organisirte Substanz für die andere Methode der sexuellen Zeugung besitzen“ — wahrscheinlicher, als „dass die geschlechtliche Sterilität in Folge veränderter Lebensbedingungen die pri-

1) Die Angabe über die *Maranta* bezieht sich wenigstens auf Madeira (nach Schacht, l. c. p. 21.)

märe Ursache ist, welche zu der excessiven Entwicklung der Vegetationsorgane führt." Freilich giebt es auch Knollengewächse, bei denen die Vermehrung durch die Knollen die Blüthen- und Fruchtbildung nicht zu beeinträchtigen scheint, wie *Dioscorea Batatas, Helianthus tuberosus, Dahlia variabilis,* woraus dann aber nur zu schliessen ist, dass die eine Erscheinung die andere nicht immer nach sich ziehen muss.

Es ist schliesslich bekannt, dass eine Anzahl ihrer Blumen wegen gezogener Gewächse steril sind, die also durch Ableger, Stecklinge u. dergl. vermehrt werden. Die Ursache kann eine verschiedene sein und es soll hier nur an einiges erinnert werden, was dafür in Betrachtung kommt. Viele dieser Ziergewächse sind Bastarte, und wir haben schon oben gesehen, dass sie gern steril sind. Bei gefüllten Blüthen ist eine Befruchtung oft ganz unmöglich oder doch erschwert. Ferner ist bei ausländischen Pflanzen aus wärmeren Gegenden das Klima nicht geeignet, um die Früchte reifen oder nur sich ansetzen zu lassen, wenn auch die Blüthen normal ausgebildet werden; bei solchen bedarf es vielleicht auch manchmal besonderer Insecten zur Bestäubung, die an dem Ort der Cultur nicht vorhanden sind. Unter diesen Verhältnissen würde also die Sterilität nicht von der vegetativen Vermehrungsweise abhängig sein. Es mag aber wohl auch jene von dieser hervorgerufen werden können, wenigstens führt C. F. Gärtner[1]) unter den speciellen Ursachen des Abortus der Ei'chen in den Fruchtknoten auch an „besondere Culturverhältnisse: z. B. Emten, Schnittlinge und Absenker erzeugen viel häufiger taube und abortirte Samen, als die aus Samen erzeugten Pflanzen derselben Art."

Ueberblicken wir nun die im Vorhergehenden angeführten Erscheinungen, so finden wir, dass sowohl bei den spontan

---

1) Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommenen Gewächse. Stuttgart 1844, p. 444.

wachsenden als auch bei den cultivirten Pflanzen, wenn sie eine Beeinträchtigung in der Blüthen- oder Fruchtbildung oder vollständigen Mangel daran zeigen, dafür aber reichlich auf vegetativem Wege sich vermehren oder vermehrt werden, sich dies in den meisten Fällen darauf zurückführen lässt, dass äussere Umstände dem Blüthen- oder Fruchtansatz hinderlich sind, wofür dann die Ausbildung besonderer knospenartiger Vermehrungsorgane oder die Fähigkeit, durch Stecklinge und dergleichen vermehrt zu werden, tritt. Geringer ist die Zahl derjenigen Fälle, in denen wir Grund haben, anzunehmen, dass die vorwiegende oder ausschliesslich vegetative Vermehrungsweise das Primäre ist und die Pflanzen aus dieser auf natürlichem Wege erlangten oder durch die Cultur ihnen aufgenöthigten Gewohnheit sich die Fortpflanzung durch Samen, ja sogar das Blühen selbst abgewöhnt haben, oder dies zu thun im Begriffe sind. Das Resultat, zu dem wir gelangt sind, ist ziemlich dasselbe, zu dem auch Darwin bei Erörterung der Fragen nach den Ursachen der Sterilität in dem mehrfach citirten Kapitel gekommen ist. Auch er hat, wie schon angedeutet, bei der Besprechung der einzelnen Fälle, einmal die vegetative Vermehrung als Ursache der Sterilität angenommen, das andere Mal diese aus jener erklärt und äussert sich im Schlussabschnitt (p. 197) folgendermaassen: „Die Ansicht, welche die wahrscheinlichste zu sein scheint und welche alle vorstehenden Thatsachen mit einander in Verbindung bringt und unter unseren vorliegenden Gegenstand begreifen lässt, ist die, dass veränderte und unnatürliche Lebensbedingungen zuerst eine Neigung zur Sterilität veranlassen, und da in Folge hiervon die Reproductionsorgane nicht länger im Stande sind, ihre ihnen eigenen Functionen zu erfüllen, so strömt eine Quantität organischer Substanz, welche zur Entwicklung des Samens nicht erforderlich ist, entweder in dieselben Organe und macht sie blätterig oder in die Früchte, Stämme, Knollen u. s. f. und vermehrt ihre

Grösse und Saftigkeit. Ich bin aber weit entfernt, leugnen zu wollen, dass es unabhängig von einer beginnenden Sterilität einen Antagonismus zwischen den beiden Formen der Reproduction gibt, nämlich zwischen der durch Samen und der durch Knospen, wenn eine von beiden bis zu einem äussersten Grade geführt wird."

KAPITEL V.

Ueber Entstehung und Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzenreiche.

In den vorhergehenden drei Kapiteln handelt es sich meistens um Blüthenpflanzen, und bei diesen gibt es nur eine Art der Reproduction durch Keime: die sog. geschlechtliche Fortpflanzung, bei der ein Ei mit einer befruchtenden Zelle verschmilzt und das Copulationsproduct sich zum Embryo entwickelt. Eine solche geschlechtliche Fortpflanzung ist also bei allen Phanerogamen vorhanden und höchstens ausnahmsweise einmal durch vegetative Vermehrung ersetzt, wobei dann aber wenigstens die Sexualorgane ausgebildet zu werden pflegen; sie ist sodann bei den meisten Thieren und vor allem bei der grossen Classe der Thiere, zu der die Naturgeschichte auch den Menschen rechnet, die alleinige Art der Fortpflanzung. Desshalb hat man, wie schon in der Einleitung (p. 8) gesagt wurde, auf die zur Entstehung des neuen Organismus nothwendige Vereinigung zweier Geschlechter ein solches Gewicht gelegt, dass man die Fortpflanzung im Allgemeinen wesentlich danach unterschieden hat, ob sie geschlechtlich oder ungeschlechtlich erfolge, während ich mich hier, in Uebereinstimmung mit anderen Autoren, bemühe, zu zeigen, dass der Hauptunterschied darin liegt, ob die Fortpflanzung durch Keime oder durch Knospen erfolgt. Es ist zwar auch hierbei die Grenze

keine ganz scharfe, allein es führt unsere Anschauung doch nicht zu solchen Unzuträglichkeiten, dass die Sporen der Pilze, Moose und Farne einerseits in dieselbe Classe der Vermehrungsorgane gerechnet werden, wie die Knollen der Kartoffel, andererseits den Samen der Blüthenpflanzen gegenübergestellt werden, während sie mit ihnen biologisch doch ganz gleichwerthig sind, ja dass die nicht copulirenden Schwärmsporen in jene erste Classe, die copulirenden aber in die andere gestellt werden. Hier, in diesem zuletzt erwähnten Puncte, lässt sich nun am besten zeigen, dass die Vereinigung zweier Keime zur Bildung eines neuen etwas Secundäres ist [1]) und dass sich die Bildung geschlechtlich erzeugter Keime ganz schrittweise von der der ungeschlechtlich entstehenden ableiten lässt. Ich will desshalb die Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung hier etwas weiter ausführen und untersuchen, warum dieselbe bei den höheren Organismen zur herrschenden geworden ist, also zeigen, welche Vortheile aus ihr erwachsen und welche Bedeutung sie besitzt [2]).

Bevor wir aber auf eine Betrachtung der Formen, unter denen die geschlechtliche Fortpflanzung auftritt, eingehen, wollen wir noch darauf hinweisen, wie diese Formen von dem ganzen Bau und der Lebensweise der Pflanzen abhängen, wenigstens soweit uns dies zu verstehen möglich ist; dabei sehen wir auch, wie bei einigen Pflanzen die Sexualität sich nicht ausbildet, sondern im Gegentheil eine rein ungeschlechtliche Keimbildung zur Regel wird.

Wie für chemische Verbindungen im Allgemeinen der Satz gilt: corpora non agunt nisi soluta, so ist auch für die Um-

---

1) Vgl. hierzu auch Klebs, Ueber einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung. Jena 1895, p. 24.

2) Dieses Kapitel erschien als besonderer Aufsatz im biologischen Centralblatt, Bd. XVI, p. 129—153, ist aber hier mehrfach umgearbeitet und erweitert.

änderungen im plasmatischen Leibe der Zelle das Vorhandensein von Feuchtigkeit erforderlich. Wenn sich zur geschlechtlichen Zeugung zwei Zellen mit einander verbinden sollen, so ist dies nur möglich, wenn dieselben nicht von Membranen umkleidet sind und solche sog. nackte Zellen wiederum können nur im Wasser oder in einer mit Wasserdampf gesättigten Luft existiren. Bei Pflanzen, die im Wasser leben, können also die zur Copulation bestimmten Zellen der einen Pflanze in das Wasser austreten, um dort mit den entsprechenden der anderen Pflanze zu copuliren und dieses Verhältniss finden wir bei den Algen. Um sich leichter zu treffen, bewegen sich die Geschlechtszellen lebhaft und sind dazu mit Geisseln versehen. Es braucht aber nur eine Zelle beweglich zu sein, wenn diese die andere aufsucht: jene andere muss aber dann in einem offenen Behälter liegen, zu dem diese im Wasser gelangen kann. Auch dies ist bei den Algen zu finden und ausserdem bei den Bryo- und Pteridophyten, die ja im Wasser oder an feuchten Stellen wachsen und bekanntlich ihre Befruchtung nur im Wasser vollziehen können. Sind die Lebensverhältnisse der Pflanze nicht derart, dass die Befruchtung im Wasser vor sich gehen kann, so müssen complicirtere Einrichtungen getroffen werden, damit die befruchtende Zelle zu der zu befruchtenden gelange und ihre Plasmakörper verschmelzen: dies muss innerhalb des Pflanzenkörpers selbst geschehen. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse können wir uns die Entstehung der Fortpflanzungsorgane einer Blüthenpflanze aus denen einer Gefässkryptogame etwan in folgender Weise construiren.

Wir denken uns von der letzteren Classe eine solche, die in ihren Eigenschaften sich an *Selaginella* und *Salvinia* zugleich anschliessen würde: sie habe Makrosporangien mit je einer Makrospore, in welcher das Prothallium eingeschlossen bleibt. Es verbleibe nun das Makrosporangium mit der Makro-

spore an der Pflanze und falle nicht ab: dann muss die Mikrospore zu der Makrospore übertragen werden und dies ist der Process, den wir Bestäubung nennen, zu seiner Ermöglichung, also zum Auffangen und Festhalten der Mikrosporen müssen auch eine ganze Anzahl von Einrichtungen getroffen werden, und unter diesem Gesichtspunkte erklärt sich der oft so complicirte Blüthenapparat und zwar mit Hinsicht nicht bloss auf die weiblichen, sondern natürlich auch auf die männlichen Organe. Für die Schlauchbildung, durch welche die befruchtende, männliche Zelle aus der Mikrospore zu dem Ei geleitet werden muss, finden wir die Anlage schon bei *Salvinia*; während aber hier der Schlauch noch die frei beweglichen Antherozoiden entlässt, dringt er dort bis zum Ei und erspart es so der männlichen Zelle, sich mit Cilien zu versehen. Wir können hinzufügen, dass sich auf diese Weise auch die Samenbildung im Gegensatz zur Sporenbildung erklären lässt; denn während bei den Kryptogamen die Makrosporen als Verbreitungsmittel dienen, bleiben sie ja bei den Phanerogamen an der Pflanze und die Verbreitung der Keime wird auf einen späteren Zeitpunkt verschoben, nämlich bis zu dem, wann sich aus der befruchteten Eizelle der Keim soweit entwickelt hat, als es ihm innerhalb der Makrospore und des Makrosporangiums möglich ist. Die ungeschlechtliche Bildung von Keimen unterbleibt bei den Blüthenpflanzen.

Haben wir so deren Fortpflanzungsweise in groben Zügen von der der höheren Kryptogamen und somit auch indirect von der der Algen abgeleitet, indem wir dem Medium, in dem die Pflanzen leben und speciell die Befruchtung erfolgt, einen wichtigen Einfluss zuschreiben, so können wir nun auch die Vermehrungsweise der Pilze von der der Algen unter diesem Gesichtspunkte ableiten. Die Pilze sind, als Saprophyten und Parasiten, dazu bestimmt, auf einer verhältnissmässig tiefen Stufe der Organisation zu verbleiben und die complicirten Ein-

richtungen zur Befruchtung, wie wir sie bei den Blüthenpflanzen antreffen, werden bei ihnen nicht ausgebildet [1]). Die Folgen der terrestrischen Lebensweise zeigen sich hier als ein Erlöschen der Sexualität. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Pilze von den Algen abstammen, und es unterscheiden sich die den Ausgang bildenden Formen von den Algen wesentlich nur durch den Mangel des Chlorophylls: wie jene sind sie fadenförmig, leben im Wasser, bilden Schwärmsporen und werden darum mit Recht als Phycomyceten bezeichnet. Bei einzelnen, wie bei *Monoblepharis*, finden wir auch dieselbe Form der geschlechtlichen Fortpflanzung wie bei Algen: Befruchtung eines ruhenden Eies durch eine bewegliche männliche Zelle (Fig. 23). Bei den anderen wird keine frei bewegliche männliche Zelle mehr entwickelt, sondern das befruchtende Element wird durch einen Schlauch, ähnlich wie bei den Phanerogamen, zu dem Ei geleitet. Dies tritt sowohl bei den aquatischen Saprolegnieen als auch bei den terrestrischen Peronosporeen ein. Bei einigen Peronosporeen tritt der Inhalt des Antheridiums noch in den des Oogoniums über, bei anderen nicht mehr; bei einigen Saprolegnieen wird vom Antheridium

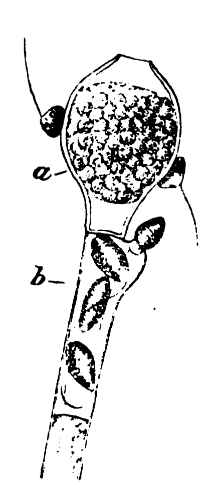


Fig. 23. *Monoblepharis sphaerica*. *a* Geöffnetes Oogonium mit Ei. *b* Antheridium, aus dem die Spermatozoidien ausschlüpfen; zwei derselben haben sich an das Oogonium angesetzt. (Nach Cornu.)

1) Es ist dagegen natürlich, dass die wasserbewohnenden und saprophytischen oder parasitischen Phanerogamen in den Fortpflanzungsverhältnissen im Wesentlichen mit den in der Luft lebenden und sich selbständig ernährenden übereinstimmen, da sie sich ja erst nachträglich von diesen abgeleitet haben.

noch ein Befruchtungsschlauch gebildet, aber er öffnet sich nicht mehr, bei anderen Arten bleiben die Antheridien ohne Befruchtungsschlauch und bei noch anderen fehlen die Antheridien überhaupt, wie z. B. bei *Saprolegnia monilifera:* Die Sporen sind hier nur aus der Analogie mit anderen Arten als parthenogenetisch gebildete Oosporen aufzufassen, in Wirklichkeit aber unterscheiden sie sich nicht von den Sporen, die bei anderen Pilzen asexuell in einem Sporangium entstehen. Eine geschlechtliche Fortpflanzung findet sich auch bei der anderen Gruppe der Algen-ähnlichen Pilze, den Zygomyceten; bei ihnen wird aber kein Ei mehr gebildet, sondern es copuliren nur zwei gleichartige und zwar aus demselben Mycelium entspringende Myceläste und geben als Product eine Zygospore [1]).

Diese Zygomyceten sind schon sämmtlich dem Leben in der Luft angepasst wie die höheren Pilze, die den Phycomyceten als Mycomyceten gegenübergestellt werden. Bei ihnen werden nach Brefeld die Sporen nur noch auf ungeschlechtlichem Wege erzeugt, theils innerhalb eines Sporangiums, das, wenn die Zahl der Sporen in ihm eine bestimmte (meist 8) ist, Ascus genannt wird (Ascomyceten), theils werden sie äusserlich abgeschnürt [2]) von einem Träger, der, wenn er eine bestimmte Form besitzt und eine bestimmte Anzahl von Sporen (meist 4) bildet, Basidie heisst (Basidiomyceten). Für die letzteren scheint es sicher zu sein, dass ihnen jede Spur einer geschlechtlichen Fortpflanzung verloren gegangen ist; für die Ascomyceten lässt sich nach neuesten Untersuchungen [3]) ein Sexualact in einzelnen Fällen noch insofern annehmen, als der Bildung

---

1) Das Verhalten der Zellkerne bei der Zygosporenbildung ist von Leger für *Sporodinia grandis* untersucht. (Revue générale de botanique, T. VII, p. 481—496. Pl. 18—21. 1895.)

2) Ueber die Vermuthung, dass auch diese Sporen durch Zellverjüngung entstehen, vergl. oben p. 10.

3) Harper, Die Entwicklung des Peritheciums bei *Sphaerotheca Castagnei*. (Berichte der deutschen botan. Gesellsch. 1895, Bd. XIII, p. 475.)

der Sporangien oder Schläuche eine Copulation zwischen der die Sporangien producirenden Zelle und der eines benachbarten Myceliumastes vorausgeht, ein Vorgang, der sich von der Copulation bei den Zygomyceten ableiten lassen und die Sexualität auf ihrer letzten Stufe vor dem gänzlichen Erlöschen repräsentiren würde. Es kommen dann noch Kernverschmelzungen in einer Zelle, die zur Sporenbildung in Beziehung stehen, bei Pilzen vor, hierbei ist aber, meiner Meinung nach, überhaupt nicht mehr an sexuelle Vorgänge zu denken [1]).

Uebrigens bedürfen die Verhältnisse bei den Ascomyceten, welche oben berührt wurden, weiterer Untersuchungen noch sehr und es kann desshalb hier noch nicht näher darauf eingegangen werden. Jedenfalls ist deutlich und erklärlich, dass die Pilze aus den oben angegebenen Gründen die geschlechtliche Fortpflanzung verlieren und dafür um so reichlicher ungeschlechtlich erzeugte Keime bilden, deren Form der terrestrischen Lebensweise angepasst ist.

Wenn sich nun beim Aufsteigen in dem System der Pilze eine Reduction der Sexualorgane bis zum Schwinden der Sexualität ergibt, so können wir andererseits erwarten, eine Complication in dem Sexualprocess [2]), eine complicirtere Structur der Sexualorgane zu finden, wenn wir in dem System der Algen aufwärts steigen und zu Moosen, Gefässkryptogamen und Phanerogamen gelangen. Ganz im Allgemeinen trifft dies auch zu: die Phanerogamen, speciell die Angiospermen mit ihrer Blüthenbildung und Bestäubung, stehen entschieden am höchsten und die Gefässkryptogamen und Moose mit ihrem

---

1) Vgl. den Aufsatz von Poirault und Raciborski über conjugate Kerne u. s. w. im biologischen Centralblatt Bd. XVI, p. 24.

2) Es kann sich hier natürlich nur um die die eigentliche Befruchtung, die ja überall in gleicher Weise in der Verschmelzung zweier Zellen besteht, begleitenden und vorbereitenden Umstände handeln, sodann aber auch um die Verschiedenheit zwischen den beiden Gameten.

regelmässigen Generationswechsel stehen in dieser Hinsicht über den Algen. Im Einzelnen aber ist keine solche Harmonie zwischen dem complicirteren Bau des Pflanzenkörpers und dem der Sexualorgane vorhanden. Bei den Angiospermen sind die eigentlichen Befruchtungsorgane ja im Wesentlichen überall die gleichen, die Complication liegt in den Bestäubungseinrichtungen und diese sind ganz unabhängig von der einfacheren oder höheren Organisation der Pflanze, wie sich z. B. aus dem Vergleich einer kleinen krautigen Orchidee mit einer Palme oder Eiche ergibt. Aehnlich verhält es sich in der Classe der Gefässkryptogamen, wo eine der einfachsten, die *Azolla*, den complicirtesten Befruchtungsapparat ausbildet. Die grossen Brauntange des Meeres aber können, was ihren morphologischen Aufbau und ihre Structur betrifft, gewiss auf eine Stufe mit einfacheren Farnen, ja auf eine höhere Stufe als die meisten Moose gestellt werden; dem entspricht aber keineswegs die Entwicklung des Fortpflanzungsapparates. Während wir es von den Moosen an aufwärts stets mit sexueller Fortpflanzung zu thun haben, so zeigen sich bei den Algen alle Stufen von der asexuellen zur sexuellen Keimbildung und wir können hier viel eher von einer Vervollkommnung in dieser Beziehung im Vergleich mit der in der übrigen Organisation des Körpers sprechen. Da treffen wir nun gerade bei den erwähnten Brauntangen das Merkwürdigste: eine Abtheilung derselben, die Fucaceen, besitzt einen hoch organisirten Thallus und zugleich geschlechtliche Fortpflanzung mit grosser Verschiedenheit zwischen männlichen und weiblichen Gameten, die Laminariaceen aber, welche mindestens eine ebenso complicirte Organisation ihres Thallus aufweisen können wie die Fucaceen, stehen noch auf der untersten Stufe der Fortpflanzung, wie sie bei Brauntangen gefunden wird, indem ihre Keime sich als einfache Schwärmsporen gänzlich ungeschlechtlich entwickeln. Die Algen überhaupt, untereinander verglichen, zeigen,

dass die Ausbildung der Sexualität wenig mit der der übrigen Organisation zu thun hat. So hat es unter den Siphoneen nur die äusserst einfach gebaute *Vaucheria* zur oogamen Fortpflanzung gebracht, nicht aber die Gruppe der im Aufbau des Thallus am höchsten stehenden Dasycladaceen. Die höchste Stufe in den Verhältnissen der Fortpflanzung nehmen — wenn wir von den Florideen absehen — unter den Algen kleine, einfache oder verzweigte Fadenalgen, die Oedogoniaceen, ein. Bei ihnen findet sich nicht nur ein deutlicher Unterschied zwischen den männlichen und den weiblichen Gameten, sondern bei einigen *Oedogonium*- und bei den *Bulbochaete*-Arten ein höchst merkwürdiger Generationswechsel bei der Entstehung der männlichen Sexualorgane, indem aus einer Schwärmspore eine kleine männliche Pflanze, eigentlich nur ein Antheridium (Zwergmännchen genannt) entsteht, das dann die männlichen Gameten producirt. So hält denn bei den Algen die Steigerung in der Ausbildung der Sexualität keineswegs gleichen Schritt mit der in der Vervollkommnung der Organisation der vegetativen Theile, wofür noch mehrere Belege anzuführen nicht schwer sein würde. Es würde dies in mancher Hinsicht die von Sachs ausgesprochene Anschauung [1]) bestätigen, dass die Chlorophyceen keine einheitliche Classe bilden, sondern verschiedene „Architypen" enthalten, von denen z. B. die Oedogoniaceen einen bilden. Jedoch auch von diesem Standpunkte aus würde unsere Betrachtung nicht überflüssig sein, denn es handelt sich hier um einen Vergleich der Fortpflanzungsverhältnisse mit den übrigen Organisationsverhältnissen überhaupt und zudem können wir unter den Brauntangen und Siphoneen wirklich die Glieder einer Familie, eines „Architypus" mit einander vergleichen. Wenn also auch unzweifelhaft die Sexualität mit der Einführung eines

1) Physiologische Notizen. No. X. Flora 1896, p. 201.

neuen Bedürfnisses neue Ansprüche an die Organisation stellt, so kann doch bei den Algen wegen ihrer aquatischen Lebensweise dieses Bedürfniss auf so einfache Weise befriedigt werden, dass vielleicht nur der Bau der eigentlichen Sexualorgane, nicht aber die übrigen Theile des Pflanzenkörpers, davon beeinflusst werden. Mit der Schwierigkeit, die sexuellen Zellen zu vereinigen, wird auch das Bedürfniss besonderer Organisationsverhältnisse gegeben, wie wir theils schon zu schildern versucht haben, theils noch sehen werden.

Jetzt wollen wir, um die Entwicklung der Sexualität genauer kennen zu lernen, von unten anfangend, die verschiedenen Gruppen des Pflanzenreichs an uns vorüber ziehen lassen und sie auf die Verhältnisse ihrer Fortpflanzung hin untersuchen. Es kommt uns dabei nicht bloss auf die äussere Form der letzteren an, sondern auch auf die subtileren Vorgänge in den Veränderungen der Fortpflanzungszellen, welchen Vorgängen in letzter Zeit gerade eine besondere Beachtung zu Theil geworden ist.

Sachs[1]) hat sehr treffend gesagt, dass man den sog. Stammbaum des Pflanzenreichs besser als mit einem Baume mit einer Pflanze vergleicht, deren kriechendes Rhizom eine Anzahl aufrechter Sprosse von verschiedener Grösse neben einander entwickelt. Dieses Rhizom nun bilden wahrscheinlicher Weise kleine Flagellaten-artige Organismen, die sich lediglich durch Theilung vermehren[2]). Von ihm gehen die einfachsten grünen Algen aus, die, sich weiter entwickelnd, den Hauptspross liefern, dessen oberste Aeste die Angiospermen und Gymnospermen darstellen.

Direct von den Urformen abzuleiten sind wohl ferner die

---

1) In der eben citirten physiologischen Notiz.

2) Conf. Klebs, Flagellatenstudien, in Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1892. Bd. LV, p. 428.

Conjugaten, die Diatomeen und Dinoflagellaten und jedenfalls auch die Cyanophyceen. Die Phaeophyceen können vielleicht auch vermittelst einfachster brauner Algen direct auf die Urformen zurückgeführt werden, sie schliessen sich aber in der Entwicklung ihrer Fortpflanzungsverhältnisse an die grünen Algen an. Die Florideen zeigen manche Beziehungen zu den blaugrünen Algen, vielleicht aber auch leiten sie sich von einfachen Chlorophyceen ab: diese Frage kann meiner Meinung nach bis jetzt noch nicht mit Sicherheit entschieden werden; wir müssen, was die Fortpflanzungsverhältnisse betrifft, die Florideen für sich betrachten.

Beginnen wir nun unsere Uebersicht mit den blaugrünen Algen oder Cyanophyceen, die auf einer ziemlich tiefen Stufe der Entwicklung stehen geblieben sind. Sie vermehren sich hauptsächlich durch Zelltheilung und durch unbewegliche Sporen. Von letzteren nahm man bisher allgemein an, dass sie durch Umwandlung einer gewöhnlichen vegetativen Zelle in eine Dauerzelle entstehen. Bei einigen *Anabaena*-Arten aber hat Borzi beobachtet, „dass die sich zur Spore umwandelnde Zelle stets erst durch eine Wand in zwei Zellen zerlegt wird. Diese beiden Zellen trennen sich aber nicht von einander, sondern es findet vielmehr später eine Auflösung der trennenden Querwand und eine abermalige Vereinigung zu einer Zelle, die sich eben zur Spore ausbildet, statt. Ob dieser Process als Sexualact aufzufassen ist, lässt Borzi unentschieden“ [1]). Ich glaube, dass wir hier nicht von einem Sexualact sprechen können, weil es ja doch von vornherein nur eine Zelle ist, die zur Spore wird; dass diese Zelle sich vorher nochmals theilt und die Tochterzellen wieder verschmelzen, ist nur eine Complication des Vorganges, deren Bedeutung uns vorläufig un-

---

1) Nach Referat im botan. Centralblatt, Beihefte, Bd. VI, p. 87; Borzi's Arbeit: Probabili accenni di conjugazione presso alcune Nostochinee findet sich in Boll. della Società botanica italiana, 1895, p. 208—210.

verständlich bleibt. Das Fehlen der Sexualität bei diesen Algen hat man, wohl nicht mit Unrecht, in Verbindung gebracht mit der Constitution der Zellkerne, welche abweichend von denen der anderen Pflanzen gebaut sind und keine karyokinetischen Figuren bilden. Dies ist wenigstens die allgemeine Annahme und auch Bütschli in seinem letzten Werke über die Cyanophyceen[1]) schreibt den Zellkernen derselben eine einfache und directe, nicht an Karyokinese erinnernde Theilung zu; Hegler hat auf der Naturforscherversammlung in Lübeck 1895 zwar Präparate demonstrirt, welche die karyokinetische Kerntheilung bei mehreren Spaltalgen zeigen sollen, aber nichts darüber publicirt.

Bei den Diatomeen erfolgt die Bildung der Auxosporen nicht immer, aber in manchen Arten, durch die Verschmelzung der Plasmakörper zweier Zellen. Eine dabei eintretende Verschmelzung der Zellkerne ist neuerdings bei *Epithemia* beobachtet worden[2]), bei welcher Form die copulirenden Plasmakörper sich erst theilen und die Theile, welche nicht aus einer Zelle entstanden sind, paarweise mit einander verschmelzen. Zwar sind die Auxosporen weder Vermehrungsorgane noch Ruhezustände der Diatomeen, sondern nur Gebilde, deren Entstehung durch die Theilungs- und Wachsthumsverhältnisse der Zellen bedingt wird, aber sie müssen doch mit anderen Sporen verglichen werden und ihre Bildung ist, so weit sie durch Zellverschmelzung erfolgt, entschieden analog derjenigen der Zygosporen bei den Conjugaten. Die Diatomeen haben echte Zellkerne, die sich karyokinetisch, aber unter einer eigenthümlichen Modification dieses Processes theilen[3]). Wir sehen

1) Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig (Engelmann) 1896.

2) Klebahn, Ueber das Verhalten der Zellkerne bei der Auxosporenbildung von *Epithemia*. (Vortrag auf der Naturforscherversammlung in Lübeck, 1895.)

3) Lauterborn, Ueber Bau und Kerntheilung der Diatomeen. (Verhdlg. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. V, 1893.)

also, dass bei den Diatomeen die Copulation gewissermaassen erst als etwas Nebensächliches auftritt, indem die Auxosporen sich auch auf andere Weise bilden können, dass sie aber hier zuerst auftritt gleichzeitig mit dem Auftreten echter Zellkerne und karyokinetischer Theilungen.

Bei den Conjugaten muss nun immer eine Verschmelzung zweier Zellinhaltskörper eintreten, wenn eine Spore gebildet werden soll, aber sehr eigenthümlich ist es, dass die Verschmelzung der Plasmamassen nicht immer mit der Kernverschmelzung verbunden ist, sondern dass letztere viel später, erst vor der Keimung der Zygospore, eintreten kann (Fig. 24).

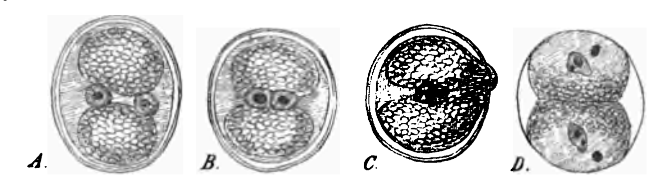


Fig. 24. *Closterium.* *A* Reife Zygospore mit 2 Chromatophoren und 2 Kernen. *B* Zygospore kurz vor der Keimung. *C* Zygospore im Begriffe zu keimen. *D* 2 von der gemeinsamen Haut noch umschlossene Keimzellen, deren jede einen Grosskern und einen Kleinkern enthält. (Nach Klebahn.)

Dieses ist der Fall bei Desmidiaceen, wie *Closterium-* und *Cosmarium*-Arten, nach Klebahn[1]). Unter den fadenförmigen erhalten sich bei den *Spirogyra*-Arten die zwei Kerne in der jungen Zygote tagelang getrennt neben einander, erst völlig ausgereifte Zygoten zeigen nur einen Kern, auch bei *Mesocarpus* sieht man in den jungen Zygoten noch längere Zeit die getrennt bleibenden Kerne, bei *Zygnema* dagegen scheinen sich

---

1) Klebahn, Studien über Zygoten I. (Pringsheim's Jahrb., Bd. XXII, Heft 3.) Auf die merkwürdigen Kerntheilungen und die Bildung von Gross- und Kleinkernen bei der Keimung der Zygosporen sei nur in der Anmerkung hingewiesen, diese Erscheinungen gehören nicht in die oben ausgeführte Betrachtung. Dies gilt auch für die Bildung von Gross- und Kleinkernen bei der Entstehung der Auxosporen von *Epithemia.*

die Kerne rasch zu einem einzigen zu vereinigen [1]). Es hat also den Anschein, als spielten die Kerne hier noch nicht die Hauptrolle bei der Copulation, sondern als ob es zunächst nur auf die Vereinigung zweier Plasmamassen ankäme. Dieselben, sowie die ganzen copulirenden Zellen sind hier noch einander gleich oder doch sehr ähnlich. Bei den einzelligen Conjugaten, den Desmidiaceen, sind die copulirenden Zellen äusserlich nicht zu unterscheiden. Für die fadenförmigen hat Verf. einen Modus der Copulation, der wohl als der einfachste angesehen werden kann, vor Kurzem beschrieben [2]): es vereinigen sich zwei benachbarte Zellen eines Fadens, die vorher von grösseren Zellen abgetrennt worden sind, dadurch, dass die trennende Querwand resorbirt wird, worauf natürlich die vereinigten Plasmakörper noch mit einer gemeinsamen Haut umgeben werden und so die Zygospore gebildet wird (Fig. 25). Die beiden copulirenden Zellen *d* und *b* sind also nicht Theile einer Zelle, sondern stammen von verschiedenen Zellen, *a* und *c*, ab. Wir sehen dann bei anderen Arten, wie die copulirenden Zellen erst eine Verbindung zwischen sich herstellen müssen, den Copulationskanal; die Plasmakörper der zwei Zellen können sich in demselben vereinigen oder es wandert, auf der nächsten

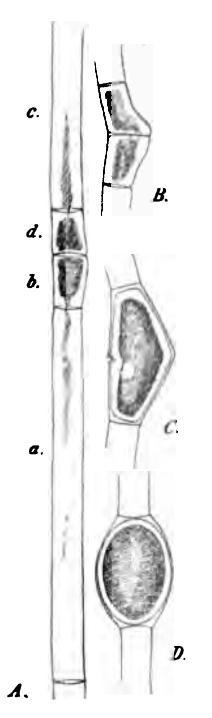


Fig. 25. *Mougeotia Uleana.* *A* Theil eines Fadens mit 2 copulirenden Zellen, *b* ist von *a*, *d* von *c* abgetrennt worden. *B* und *C* Vereinigung der Zellen *b* und *d*. *D* Reife Zygospore.

1) Klebahn, Ueber die Zygosporen einiger Conjugaten. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. VI, p. 160, 1888.)

2) In: Hedwigia 1895.

Stufe, der Inhalt der einen Zelle durch den Copulationskanal zu dem der zweiten Zelle hinüber, um hier mit ihm zu verschmelzen: in diesem Falle können wir schon den ersteren als das männliche, den letzteren als das weibliche Element ansehen.

Für den sich hinüber bewegenden, männlichen Plasmakörper ist es vortheilhaft, wenn er kleiner ist, denn dann ist er offenbar leichter beweglich: dementsprechend theilen sich bei *Sirogonium* die Mutterzellen der männlichen und weiblichen Zellen ungleich. Sie sind Anfangs ziemlich gleich an Grösse, in der einen aber wird eine kleine von einer grösseren Zelle getrennt und letztere gibt die weibliche, in der anderen dagegen entstehen drei Zellen und die mittlere, kleine, gibt die männliche Zelle. Dies ist die höchste Differenzirung in den copulirenden Zellen, die wir bei den Conjugaten kennen; diese Art der Befruchtung wird bei den Algen nicht weiter ausgebildet, sondern es ist die Copulation der Schwärmsporen, welche später zur Unterscheidung zwischen ruhenden Eiern und beweglichen Spermatozoidien führt. Die Conjugaten sind eben ein kleiner selbständiger Spross, der, von dem Hauptspross der einfachen flagellatenartigen Organismen sich erhebend, nicht weiter gewachsen ist. Wir können uns vorstellen, dass eine Verschmelzung zweier ursprünglich beweglicher Zellen in der Weise, wie wir sie heute noch bei *Chlamydomonas* finden (Fig. 26), zu der eben geschilderten Zygosporenbildung der

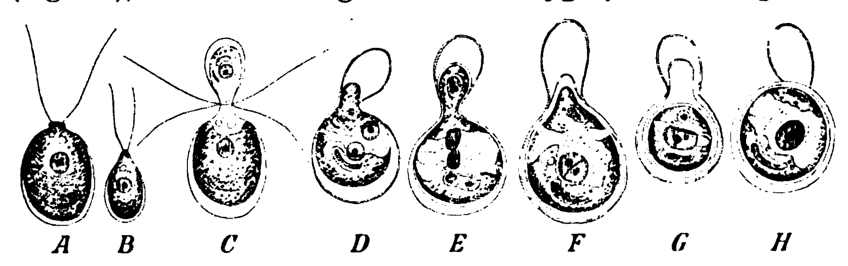


Fig. 26. *Chlamydomonas Braunii.* *A* Makrogamet, *B* Mikrogamet, *C—H* Aufeinanderfolgende Zustände bei der Copulation von *A* und *B.* in *F* Kernverschmelzung. *H* Junge Zygote. (Nach Goroschankin.)

Conjugaten geführt hat. Jedenfalls bildet die genannte Alge eine Zwischenstufe in dieser Hinsicht zwischen den Algen, bei welchen sich nicht bewegliche Zellen und denen, bei welchen sich nackte Schwärmzellen zur Keimbildung vereinigen.

Als Pringsheim im Jahre 1869 die Paarung der Schwärmsporen von *Pandorina* entdeckt hatte, erkannte er auch sogleich die Bedeutung, welche diese Entdeckung für das Verständniss der sexuellen Fortpflanzung besitzt, indem die Paarung der Schwärmsporen sich als die einfachste Form der Paarung überhaupt darstellt. Ausser für *Pandorina* kennt man diese Schwärmsporencopulation jetzt für eine ziemlich grosse Anzahl grüner und für einige braune Algen; da man aber gefunden hat, dass die Schwärmsporen sich in anderen Fällen selbständig, ohne Copulation, entwickeln können, so hat man mit Recht den Namen für diese, also für die asexuellen Schwärmer, reservirt, und die sich paarenden Schwärmer, die ja noch keine Sporen sind, als Planogameten bezeichnet. Selbstverständlich ist diese Benennung etwas Nebensächliches, da eine Verwirrung der Begriffe nicht zu befürchten ist. Ausserdem gibt es kein Merkmal, nach welchem wir einer solchen Schwärmzelle ansehen könnten, ob sie eine Schwärmspore oder ein Planogamet ist; selbst wenn wir die Entwicklung der einzelnen verfolgen, erlangen wir nicht immer Sicherheit, denn in einigen Fällen (*Ulothrix zonota, Ectocarpus siliculosus*) sterben die einzeln bleibenden Planogameten nicht ab, sondern keimen und werden zu Pflänzchen, die sich allerdings schlechter als die aus der Zygote, dem Copulationsproduct der Planogameten, entstehenden zu entwickeln scheinen. Klebs[1]) hat es sogar fertig gebracht, die Copulation der dazu schon bereiten Gameten bei einigen Algen durch äussere Einflüsse zu verhindern und dadurch die Gameten, bei denen kein äusserlicher Unterschied

1) Ueber einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung, Jena 1895, p. 24.

zwischen männlichen und weiblichen zu bemerken ist, wie bei *Ulothrix* und *Hydrodictyon* (und auch bei *Spirogyra* unter den Conjugaten) zur Keimung und selbständigen Entwicklung zu bringen.

Was die Planogameten veranlasst, mit einander zu copuliren und zu verschmelzen, das wissen wir nicht; welchen Vortheil diese Paarung für die Entwicklung der Pflanzen mit sich bringt, das werden wir später untersuchen. Wir gehen jetzt zunächst von der Erscheinung selbst aus, welche also darin besteht, dass sich zwei gleichartige Zellen, jede mit einem Kern, so vereinigen, dass eine neue Zelle wieder mit einem Kern entsteht. Aus den Befruchtungsverhältnissen der Pflanzen und auch der Thiere können wir schliessen, dass die Kernverschmelzung der wichtigste Vorgang bei der Paarung ist, und aus diesem Umstande wiederum verstehen wir, wie aus den gleichen Planogameten die verschiedenen Gameten entstanden sind. Von dem Protoplasma, welches bei den sich paarenden Planogameten verschmilzt, können wir annehmen, dass es mehr die Rolle eines Nahrungsstoffes spielt. Es ist darum nicht von Bedeutung, ob an die beiden Kerne gleiche Mengen von Protoplasma gebunden sind, oder ob das Protoplasma mehr zu dem einen Kerne gehört, jedenfalls aber ist es vortheilhaft, dass die keimfähige Zelle gleich mit einer grösseren Menge von Protoplasma ausgestattet ist. Es erscheint nun als eine zweckmässige Einrichtung die Theilung der Arbeit in der Weise, dass dem einen Kerne die Hauptmenge des ernährenden Plasmas beigegeben wird, dem anderen die Aufgabe zufällt, jene Zelle aufzusuchen, und dass dieser zur Erhöhung der Beweglichkeit möglichst vom Plasma entlastet wird: wir nennen die kleine bewegliche Zelle die männliche und die grössere die weibliche. Wie sich ein solcher Unterschied aus der Gleichheit der sich paarenden Schwärmer entwickelt und wie er immer grösser wird, können wir bei den grünen und braunen Algen sehr schön verfolgen.

Wenn die sich paarenden Schwärmsporen, die Planogameten, einander gleich sind, haben sie meistens eine sehr geringe absolute Grösse, bei *Chaetopeltis minor* z. B. fand ich sie 8—10 μ lang. Bei einer mit dieser Alge nahe verwandten, bei *Aphanochaete repens*[1]) copulirt immer eine kleinere Schwärmzelle mit einer grösseren: die erstere ist noch nicht 10 μ lang und ca. 4 μ dick, die letztere ist kugelig und hat einen Durchmesser von 18—20 μ. Die erstere entsteht einzeln oder zu zweien in einer Zelle, die kleiner als die vegetativen Zellen ist, die letztere entsteht einzeln in einer Zelle, die beträchtlich grösser als die vegetativen Zellen ist. In Beziehung auf das letztere Verhältniss finden wir ganz Aehnliches bei den Formen der folgenden Stufen, bei welchen ein im Oogonium verbleibendes Ei, das der grossen Schwärmzelle von *Aphanochaete* entspricht, von einer kleinen männlichen Schwärmzelle aufgesucht und befruchtet wird. Das Ei hat eben seine Beweglichkeit ganz eingebüsst und desshalb muss der andere, männliche Gamet bis in das Oogonium eindringen, wie es der Fall ist bei *Oedogonium, Coleochaete* u. a. (Fig. 27).

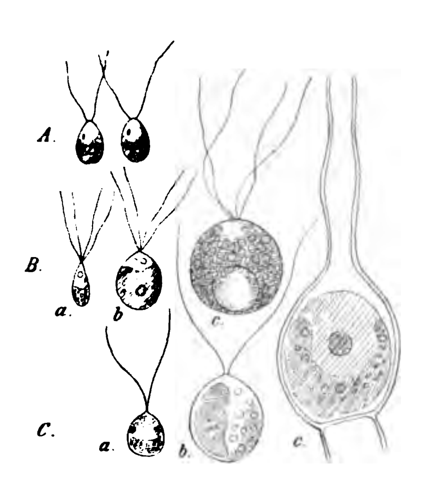


Fig. 27. *A Chaetopeltis minor*, zwei Planogameten. *B Aphanochaete repens*: *a* Spermatozoid, *b* Schwärmspore, *c* weiblicher Planogamet. *C Coleochaete pulvinata*: *a* Spermatozoid, *b* Schwärmspore, *c* Oogonium mit Ei und geöffnetem Hals. *B* nach Huber, *C* nach Pringsheim.

Alle Figuren bei gleicher Vergrösserung.

---

1) Dieses interessante, bei den Confervoideen vereinzelt dastehende Verhältniss ist von Huber entdeckt worden. (Bulletin de la Société botanique de France, Paris 1894.)

Auch unter den Siphoneen haben wir solche verschiedene Stufen in der Ausbildung der Sexualität: bei *Acetabularia* copuliren zwei gleichartige kleine Planogameten, bei *Bryopsis* ist der eine etwa doppelt so gross wie der andere, bei *Vaucheria* schliesslich wird ein grosses Ei im Oogonium von einer winzig kleinen Schwärmzelle befruchtet. Es kommt auch vor, dass zahlreiche Eier im Oogonium gebildet werden, wie bei *Sphaeroplea;* allein die Zahl der männlichen Schwärmzellen, die in einem Antheridium entstehen, ist noch viel grösser und die letzteren sind so schmal, dass sie durch die engen Oeffnungen der Membran in den Antheridien und Oogonien heraus- und hereinschlüpfen können, während die Eier kugelig und etwa doppelt so dick, wie die Spermatozoidien lang, sind.

Neben der sexuellen Reproduction kommt nun häufig noch eine asexuelle durch Schwärmsporen vor [1]). Wenn die erstere in einer Copulation gleicher Gameten besteht, so sind diese kleiner als die Schwärmsporen, z. B. bei den Hydrodictyeen, einigen Ulvaceen, Ulotrichaceen und Chaetophoraceen; ausserdem haben die Schwärmsporen bisweilen 4 Cilien, während die Gameten nur zwei besitzen, so dass die sich paarenden Gameten gewissermaassen die Hälften einer Schwärmspore darstellen, die sich bei der Copulation wieder vereinigen. Wenn sich aber männliche und weibliche Gameten deutlich unterscheiden lassen, dann stehen die Schwärmsporen in ihrer Grösse meistens in der Mitte zwischen ihnen, wie es *Aphanochaete* zeigt, welche also dreierlei viercilige Schwärmzellen besitzt: die kleinsten sind die männlichen Gameten, die mittleren die Schwärmsporen, die grössten die

1) Man vergleiche hierzu die Arbeit von Strasburger, Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung. (Histologische Beiträge, Heft IV, 2. Theil, Jena 1892.) Man vergleiche ferner die Untersuchungen von Klebs (l. c.) über den Einfluss, den äussere Verhältnisse darauf ausüben, ob die eine oder die andere Vermehrungsweise eintritt.

weiblichen Gameten. Auch die Arten, welche ruhende Eier bilden, wie *Oedogonium* und *Coleochaete,* haben Schwärmsporen, welche etwas kleiner als die Eier, aber grösser als die Spermatozoidien sind (Fig. 27). Warum die männlichen Gameten kleiner, die weiblichen aber grösser werden, wurde oben erläutert. Freilich ist dabei nur auf die äusserlichen Verhältnisse, nicht auf das Verhalten der Kernsubstanz Rücksicht genommen und es liegen noch keine Beobachtungen vor, ob vielleicht eine Reduction der Chromosomen bei den Gameten gegenüber den Schwärmsporen stattfindet. Jedenfalls aber können wir aus dem bis jetzt Bekannten schon erklären, warum die kleinen männlichen Gameten nicht im Stande sind, sich selbständig weiter zu entwickeln: enthalten sie doch neben dem Kern nur sehr wenig Plasma, ja, wenn wir gleich auf die höher stehenden Pflanzen einen Blick werfen, bei den Characeen z. B. so wenig, dass es nur schwer nachzuweisen ist und einige Forscher behaupten konnten, dass hier die Spermatozoidien nur aus Kernsubstanz beständen. Die Eier dagegen sind viel eher im Stande, sich ohne Befruchtung zu entwickeln, weil ihnen eine genügende Menge von Plasma mitgegeben ist, und so ist denn die Parthenogenese eine nicht selten zu beobachtende Erscheinung bei den Algen *(Sphaeroplea, Oedogonium, Cylindrocapsa).*

Interessante Uebergänge von der Schwärmsporenpaarung zur Eibefruchtung können wir nun auch bei den braunen Algen beobachten. Der weitaus grösste Theil der hierher gehörenden Formen pflanzt sich, wie die schon erwähnten Laminariaceen, durch ungeschlechtliche Schwärmsporen fort. Nur bei einigen wenigen, wie *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon lomentarius* ist es nachgewiesen, dass eine Copulation der Schwärmzellen stattfindet. Diese Schwärmzellen sehen Anfangs ganz gleich aus, aber schon vor der Copulation tritt eine Verschiedenheit auf, indem sich die eine, die somit als weibliche

zu bezeichnen ist, festsetzt und die andere, die männliche, jene aufsucht, sich ihr anlegt und schliesslich mit ihr verschmilzt. Sind hier die Planogameten nur in ihrem Verhalten, nicht aber in der Gestalt und Grösse verschieden, so finden wir auf der nächsten Stufe die Copulation eines kleinen männlichen mit einem grossen weiblichen Planogameten. Auf dieser Stufe stehen die Cutleriaceen, bei welchen ausserdem noch ungeschlechtliche Schwärmer gebildet werden; eine parthenogenetische Entwicklung der unbefruchtet bleibenden Eier kommt bei ihnen auch vor. Auf der dritten und höchsten Stufe stehen die Fucaceen, deren weibliche Gameten als Schwärmzellen ohne Cilien aufgefasst werden müssen. Denn nur so lässt es sich verstehen, dass die grossen kugeligen Eier vor der Befruchtung ausgestossen werden, während ihre Grösse uns den Mangel der Cilien erklärt, die nicht im Stande wären, das

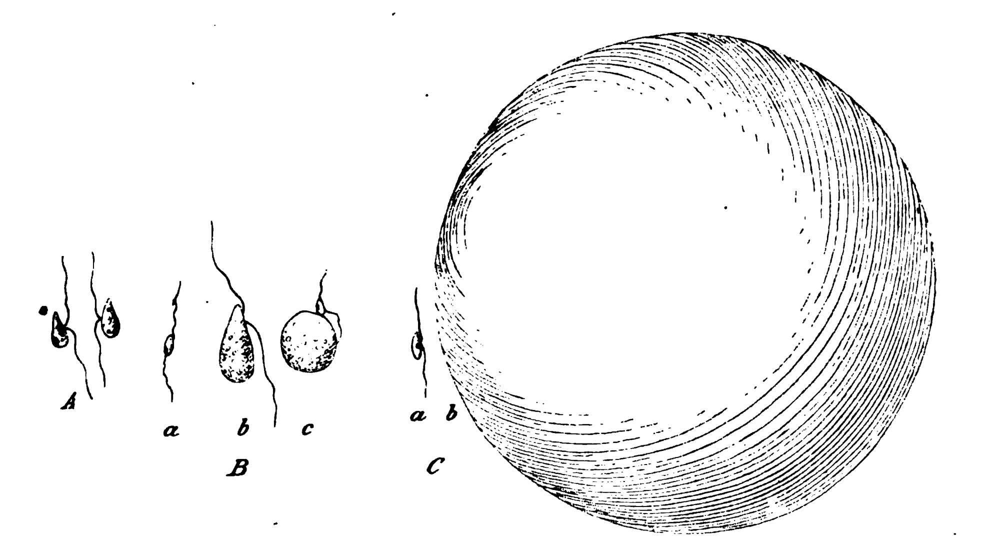


Fig. 28. *A* Zwei Planogameten von *Ectocarpus siliculosus*. *B Zanardinia collaris*: *a* Spermatozoid, *b* Ei (oder Schwärmspore), *c* Copulation von *a* und *b*. *C Fucus serratus*: *a* Spermatozoid, *b* Ei. Alle Figuren bei gleicher Vergrösserung.

schwere Ei zu bewegen. Die männlichen Gameten sind sehr kleine zweicilige Schwärmzellen und der Unterschied zwischen der Grösse der männlichen und weiblichen Gameten ist bei den Fucaceen am bedeutendsten (Fig. 28). Was die absoluten Maasse betrifft, so sind bei *Ectocarpus siliculosus* die Planogameten ca. 6 μ lang[1]), bei *Zanardinia collaris,* einer Cutleriacee, sind die Spermatozoidien 2—3 μ lang, die Eier 11—14 μ lang und die Schwärmsporen sind hier von derselben Grösse und Gestalt wie die Eier. Bei *Fucus serratus* sind die Spermatozoidien ca. 5 μ lang, die Eier aber 80—100 μ dick, so dass sie die ersteren um das 30000- bis 60000fache an Masse übertreffen[2]). Die weiblichen Gameten nehmen also von der ersten zur dritten Stufe um das 13—17fache an Grösse zu, während die männlichen Gameten in der zweiten Stufe am kleinsten, in der dritten Stufe auch noch etwas kleiner als die Planogameten der ersten Stufe sind. Bei den Fucaceen existiren keine Schwärmsporen, die wir zur Vergleichung heranziehen könnten; vielleicht sind die sog. Fasergrübchen der Fucaceen die Rudimente von Conceptakeln mit ungeschlechtlichen Sporen.

Bei den grünen Algen haben wir gesehen, dass die grossen Eier gewöhnlich einzeln im Oogonium, die kleinen Spermatozoidien aber zu mehreren im Antheridium gebildet werden. Bei den braunen Algen tritt dies noch mehr hervor: bei *Zanardinia* z. B. entsteht aus jeder Zelle des wenigzelligen Oogoniums ein Ei, aus jeder Zelle des vielzelligen Antheridiums aber entstehen 8 Antherozoidien. Bei den Fucaceen entstehen die Antherozoidien in grosser Anzahl in dem sackförmigen einfächerigen Antheridium, die Eier aber entstehen zu 1—8 in einem Oogonium. Sehr interessant ist es nun, dass im Oogo-

---

1) Berechnet nach der Abbildung von Thuret in Ann. scienc. nat. Bot. III. Sér., T. XIV, Tab. 24.

2) Nach Thuret et Bornet, Études phycologiques, p. 29.

nium anfangs immer 8 Kerne vorhanden sind[1]. Von diesen werden bei *Fucus* alle zu Eiern, bei *Ascophyllum* wandern 4 nach der Peripherie und werden zu Eiern, 4 gehen nach der Mitte und bleiben unentwickelt zurück, bei *Pelvetia* werden 6, bei *Himanthallia* 7 Kerne ausgeschieden, da dort nur 2 Eier, hier nur ein Ei gebildet wird (Fig. 29). Es wird durch diese

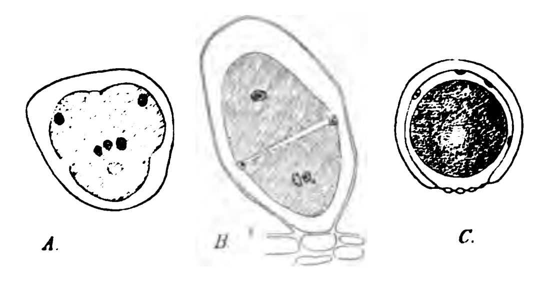


Fig. 29. *A* Oogonium von *Ascophyllum nodosum* im Querschnitt: 3 Eier und 3 ausgestossene Kerne in der Mitte sichtbar. *B* Oogonium von *Pelvetia* im Längsschnitt mit 2 Eiern, von den ausgestossenen Kernen sind 2 sichtbar. *C* Oogonium von *Himanthallia* mit 1 Ei und 4 (sichtbaren) ausgestossenen Kernen. (Nach Oltmanns.)

Vergleichung ganz deutlich, dass bei *Himanthallia* die 7 Kerne, welche, jeder mit einer geringen Plasmamasse umgeben, neben dem einen grossen Ei vorhanden sind, als reducirte Eier aufgefasst werden müssen. Sie erinnern uns aber auch an die sog. Richtungskörperchen bei den thierischen Eiern und sie sind denselben offenbar homolog und analog. Denn wenn auch die letzteren erst nachträglich abgeschieden werden, nachdem das Ei schon gebildet ist, so sind sie doch nichts anderes als reducirte Eier oder vielmehr Eier, die in der ersten Entwicklung stehen geblieben sind. Fasst man sie in dieser Weise auf, so erklärt es sich, warum sie nicht immer in einer solchen Anzahl gebildet werden, welche den Anforderungen einer Hypothese entsprechen würde, nach der die Richtungskörperchen die Ausscheidung des männlichen Elementes aus den Anfangs neutralen

---

1) F. Oltmanns, Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. (Bibliotheca botanica, Heft 14, 1889.)

Eiern u. dergl. bedeuten sollen. Wenn wir nämlich von einer solchen Anschauung ausgehen, nach der es sich bei der Bildung der Richtungskörperchen um die nothwendige Ausscheidung gewisser Elemente aus dem Ei und ihre Beziehung zu dem Eintreten der Befruchtung handelte, so müssten ganz gewiss auch bei den Pflanzen homologe Vorgänge auftreten, da die Befruchtungsverhältnisse bei Pflanzen und Thieren sonst ganz gleichartig sind. Allein nirgends, soviel man auch danach gesucht hat, sind wirkliche Richtungskörperchen bei pflanzlichen Eiern gefunden worden, und alles, was man in solcher Weise zu deuten gesucht hat, ist in Wirklichkeit ganz anders zu erklären, während uns andererseits die Fucaceen durch die geschilderten Vorgänge bei der Eientwicklung zu der richtigen Auffassung führen. Warum nun bei einigen Fucaceen nicht alle durch die vorhandenen Kerne angedeuteten Eier zur Entwicklung gelangen, dass lässt sich nicht weiter erklären, als dass wir sagen, dass das eine oder die zwei oder vier Eier so gross werden, dass sie alles vorhandene Protoplasma aufbrauchen. Wir finden etwas Aehnliches bei der Entstehung mancher Sporen, z. B. in den Makrosporangien von *Salvinia,* in denen 8 Sporentetraden angelegt werden, aber nur eine Spore zur Entwicklung kommt und diese dann das ganze Makrosporangium ausfüllt[1]); bei der Ausbildung des Eies dagegen ist so etwas für andere Pflanzengruppen nicht bekannt.

Bei allen braunen Algen oder Phaeophyceen zeigt sich deutlich, dass die Befruchtung auf Planogametencopulation zurückzuführen ist, denn auch bei den Tilopterideen und Dictyoteen, bei denen die Fortpflanzungsverhältnisse noch nicht genau genug bekannt sind, wird aus den als Oogonien

---

1) Nach Heinricher (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1882, Bd. LXXXV, I. Abth., p. 494.) Ich hatte diese Arbeit in meiner ersten Veröffentlichung (1895) leider übersehen und angegeben, dass im Makrosporangium von *Salvinia* 4 × 16 Sporen angelegt worden.

gedeuteten Organen das vermuthliche Ei vor der Befruchtung als eine nackte Zelle ausgestossen, die aber keine Cilien besitzt. Sie ist auch hier vielmals grösser als die als männliche Gameten zu deutenden Zellen, welche bei den Tilopterideen noch mit Cilien versehen sind, bei den Dictyoteen aber der Cilien entbehren. Diese letztere Erscheinung sowie das Fehlen der Cilien bei den asexuellen Sporen der beiden genannten Familien [1]) ist wohl als eine Anpassung an die Lebensweise zu erklären, indem bei ihnen das bewegte Wasser des Meeres, in dem sie leben, den Pflanzen erlaubt, sich die Cilienbildung zu ersparen. Auch die Florideen haben sozusagen von dieser Erlaubniss Gebrauch gemacht und erzeugen niemals Schwärmzellen mit Cilien: die Bewegung des Wassers sorgt schon dafür, dass die Sporen verbreitet werden und dass die Spermatien zu den Trichogynen, den weiblichen Empfängnissorganen, gelangen [2]). Warum die unter gleichen oder ähnlichen Verhältnissen lebenden Phaeozoosporeen und Fucaceen die Cilien beibehalten haben, das entzieht sich vorläufig unserer Erklärung in biologischer Hinsicht, wir können nur auf die phylogenetischen Beziehungen hinweisen, welche offenbar engere sind zwischen den Schwärmsporen bildenden Chlorophyceen und den Phaeophyceen als zwischen ersteren und den Florideen. Auf die oft sehr complicirten Verhältnisse der Entstehung der Sporenfrüchte nach der Befruchtung bei den Florideen braucht hier nicht eingegangen zu werden; es sei nur daran erinnert, dass die weibliche Zelle nach ihrer Ver-

---

1) Nur bei *Haplospora Vidovichii* hat Kuckuck Zoosporen gefunden, die etwas anders gebaut sind als die meisten Schwärmzellen der Phaeophyceen und zu 24—36 in einem einfächerigen Sporangium gebildet werden. (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. XXVIII, p. 290—322); er erhebt desswegen diese Alge zur Vertreterin einer neuen Gattung, *Heterospora*.

2) Die wenigen Florideen des Süsswassers leben bekanntlich nur in rasch fliessenden Gewässern, während bei den im ruhigen Süsswasser lebenden grünen Algen die nackten Vermehrungszellen immer mit Cilien versehen sind.

einigung mit der männlichen nicht direct zum Keime wird, sondern „nun ein selbständiges neues Wachsthum beginnt, das im einfachsten Falle zur Herstellung eines kleinen Zweigbüschels hinführt; an diesem neuen Sprossungssysteme, dem Gonimoblasten, bilden dann die Faden-Endzellen, öfters auch noch die oberen Faden-Gliederzellen, die Sporen, Carposporen, aus, zumeist so, dass sie ihren „Zellinhalt" zu einer anfangs nackten, früher oder später umwandeten Carpospore umgestalten[1])". Es scheint mir, dass, entgegen der Ansicht von Schmitz, diese Entwicklungsweise doch aus den einfacheren Fortpflanzungsverhältnissen der Bangiaceen abgeleitet werden kann. Bei einigen Formen dieser Familie wird noch der gesammte Zellleib der Zygote, dem Verschmelzungsproduct aus Spermatium und Ei, direct zur Spore, die, unter Zurücklassung der alten Zellhaut, als nackte Zelle heraustritt; bei anderen aber „behält diese Zygote zunächst die alte Zellhaut der weiblichen Zelle noch bei, fächert sich ein oder mehrere Male und dann wandern aus den Theilzellen derselben die Protoplasten als nackte Sporen nach aussen hervor[2])". Kann nun hier nicht leicht ein Uebergang gedacht werden in der Art, dass sich die durch Fächerung entstehenden Theilzellen erst zu Fäden entwickeln, deren Endzellen zu den Sporen werden? (Fig. 30.) Die Entstehung und Ge-

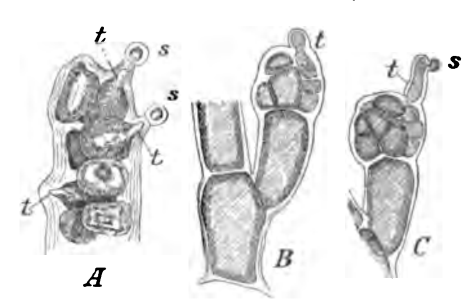


Fig. 30. *A Erythrotrichia obscura* (Bangiacee). Stück eines Fadens mit Procarpien und ansitzenden Spermatien (*s*). (Nach Berthold.) *B*, *C Lejolisia mediterranea* (Floridee). *B* jüngeres Procarp, *C* reifes im Zustand der Befruchtung durch das Spermatium (*s*). *t* Trichogyne. (Nach Thuret.)

1) Schmitz, Kleinere Beiträge zur Kenntniss der Florideen, II. Nuova Notarisia 1893. Ser. IV, p. 10 u. 11. Hier hebt Verf. die Unterschiede zwischen Bangiaceen und Florideen hervor.

2) l. c.

stalt der Spermatien ist, wie auch Schmitz zugibt, bei den Bangiaceen und Florideen sehr ähnlich, die Einschränkung ihres Entstehungsortes auf die Endglieder von Zellreihen oder auf oberflächlich gelegene Zellen ist das Wesentlichste, was in dieser Beziehung die Florideen von den Bangiaceen unterscheidet. Wir können hinzufügen, dass von den Tetraden der ungeschlechtlichen Sporen von Porphyra zu den Tetrasporen der Florideen auch nur ein Schritt führt: das Ausbleiben der Trennungswände zwischen den vier Sporenzellen der ersteren. Da nun aber die Bangiaceen sich unzweifelhaft an gewisse Chlorophyceen anschliessen — Schmitz stellt sie in der Nähe der Ulvaceen —, also wie deren oogame Formen sich von denen ableiten lassen, bei denen die Befruchtung in der Paarung der Schwärmsporen besteht, so können wir, wenn wir die Florideen von den Bangiaceen ableiten, mit dem Zugeständniss, dass wir die Zwischenformen uns nur vorstellen können, aber nicht kennen, den Ursprung der Befruchtung und Keimbildung bei den Florideen auch in der Paarung der Schwärmsporen sehen.

Was nun die übrigen Klassen des Pflanzenreiches betrifft, so haben wir von den Moosen an aufwärts einen regelmässigen Generationswechsel, also auch eine sexuelle Fortpflanzung. Bei den Moosen und Farnen erinnert das Antherozoid, welches eine kleine, mit Cilien versehene und wesentlich aus dem Zellkern bestehende freibewegliche Zelle ist, noch an die Planogameten der Algen; das Ei dagegen ist immer eine unbewegliche, nackte, kugelige Zelle, die



Fig. 31. Befruchtungsreifes Archegonium von *Marchantia* (Lebermoos): im Grunde des Archegoniums liegt das Ei, unten an der Oeffnung des Halses tritt ein Antherozoid ein. (Nach Strasburger.)

in dem Archegonium liegen bleibt und hier das Antherozoid erwartet (Fig. 31).

Bei den Phanerogamen sind Schwärmzellen überhaupt nicht mehr vorhanden und die Vereinigung der männlichen und weiblichen Elemente erfolgt auf eine Weise, die mehr an die oben erwähnten Verhältnisse bei den Conjugaten erinnert, freilich ohne zu diesen in näherer Beziehung zu stehen. Es ist erst ziemlich spät gelungen, nachzuweisen, dass auch hier die Befruchtung auf der wirklichen Verschmelzung geformter plasmatischer Bestandtheile beruht. Das Eindringen des Antherozoids in das Archegonium bei Moosen und Farnen hatte man schon vorher beobachtet und man konnte somit auch für die höheren Kryptogamen eine Gametencopulation als sicher annehmen. Es gab also eine Zeit, in der man sagen konnte, dass eigentlich die Kryptogamen die Pflanzen seien, die eine deutliche Befruchtung zeigen, während bei den Phanerogamen der Befruchtungsvorgang noch verborgen sei. Jetzt ist nun durch die wichtigen Arbeiten Strasburger's, Guignard's u. a. nachgewiesen, dass auch bei den Phanerogamen im Befruchtungsact zwei Zellen mit einander verschmelzen, die als kleiner männlicher und grosser weiblicher Gamet unterschieden sind. Da sich nun die Geschlechtsorgane der Phanerogamen als ganz homolog denjenigen der höheren Gefässkryptogamen gezeigt haben (wesswegen wir eben auch bei ersteren von einem Generationswechsel sprechen können) und da wir die Befruchtung bei den Gefässkryptogamen ohne Schwierigkeiten von derjenigen bei den Algen ableiten können, so geht auch der Befruchtungsact der Phanerogamen in letzter Instanz auf die Planogametencopulation zurück: die Planogameten sind hier in das Ei und den generativen Kern des Pollenschlauches umgewandelt.

Der weibliche Gamet hat überall dieselbe Gestalt von der Stufe an, wo er die Cilien verloren hat: das Ei ist überall

eine nackte Zelle von annähernd kugeliger Form, die Unterschiede bestehen besonders in der Grösse und in dem Auftreten der im Protoplasma eingebetteten Körper, wie Chromatophoren, Oeltropfen u. dergl. Die von den männlichen Gameten geforderte Beweglichkeit hat dagegen eine verhältnissmässig grosse Mannichfaltigkeit in ihrer Gestalt hervorgerufen, wovon die in Fig. 32 dargestellten Beispiele Zeugniss ablegen. Ausserdem unterscheiden sich die männlichen Gameten durch die Grösse, die Cilien, den Besitz von Chromatophoren u. dergl.

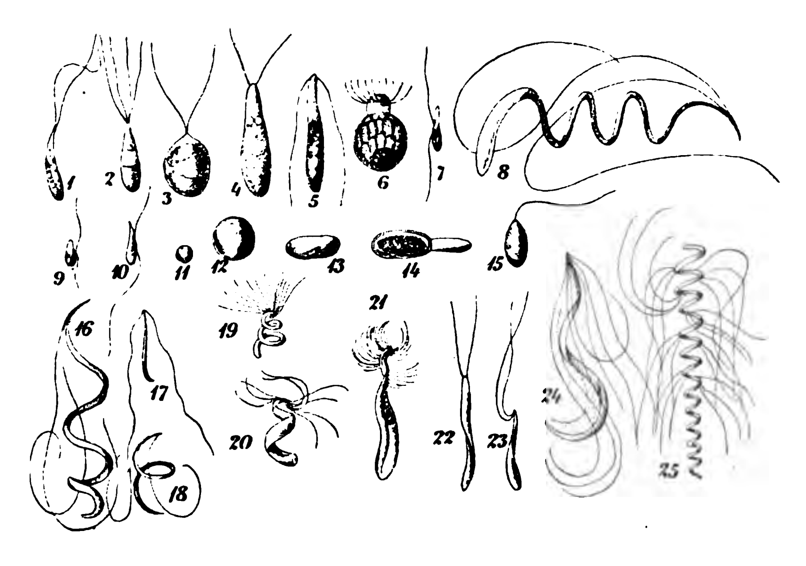


Fig. 32. Spermatozoidien und Spermatien, alle bei gleicher Vergrösserung, so dass ein Millimeter einem Mikron entspricht. (Nach verschiedenen Autoren.) *1 Volvox aureus*, *2 Aphanochaete repens*, *3 Coleochaete pulvinata*, *4 Cylindrocapsa involuta*, *5 Sphaeroplea annulina*, *6 Oedogonium Boscii* *7 Vaucheria synandra*, *8 Chara fragilis*, *9 Zanardinia collaris*, *10 Fucus serratus*, *11 Dictyota dichotoma*, *12 Batrachospermum moniliforme*, *13 Griffithsia setacea*, *14 Corallina virgata*, *15 Monoblepharis sphaerica*, *16 Pellia calycina*, *17 Marchantia polymorpha*, *18 Polytrichum commune*, *19 Aspidium Filix mas.*, *20 Osmunda Claytoniana*, *21 Equisetum Telmateja*, *22 Lycopodium phlegmaria*, *23 Selaginella cuspidata*, *24 Isoetes Malinerviana*, *25 Marsilia vestita.*

Die morphologischen Verhältnisse der Fortpflanzung sind also für die Pflanzen heutzutage ziemlich verständlich und wir haben versucht, im Vorstehenden einen Ueberblick über dieselben zu geben. Wenn man sich aber früher begnügte, das Zusammenkommen zweier Zellen bei der Befruchtung nachzuweisen, so geht man jetzt auch darauf aus, das Verhalten der einzelnen Bestandtheile dieser Zellen bei der Befruchtung zu untersuchen. Aus allen zur Zeit vorliegenden Untersuchungen zieht nun schon Strasburger (1892 l. c.) den Schluss, „dass an dem Befruchtungsvorgang bei den Pflanzen drei Bestandtheile des Protoplasmas betheiligt sind: der Zellkern, die Centrosphären und das Kinoplasma“ [1]). Am deutlichsten sieht man dies bei der Befruchtung der Phanerogamen, welche durch die untenstehende Abbildung, eine Wiedergabe einiger Figuren aus Guignard's Arbeit [2]), erläutert werden soll: sehr gut sieht man besonders auch, dass die 2 Paare von Centrosomen sich zu zwei Centrosomen vereinigen, während die Kerne selbst noch getrennt sind, die dann bei ihrer Vereinigung sogleich eine Theilungsfigur bilden. Wir sind noch nicht so weit, bei den übrigen Pflanzen das Verhalten der einzelnen Theile der Gameten bei der Copulation so genau zu kennen; man ist zunächst noch bemüht, wenigstens die Kernverschmelzung nachzuweisen und inwieweit dies gelungen ist, soll in kurzer Zusammenfassung gezeigt werden. Wir wollen aber dabei berücksichtigen, dass bei der Befruchtung nicht überhaupt eine Kernverschmelzung eintritt, sondern dass der eine Kern des männlichen Gameten zu dem Kerne des Eies gelangen und

---

1) Auf die von Strasburger aufgestellte Unterscheidung von Kinoplasma und Trophoplasma bin ich hier nicht eingegangen und spreche desshalb nur von Plasma oder Protoplasma.

2) Ann. d. scienc. nat. Bot., Sér. VII, T. VII, Tab. 15 u. 16. Ob sich die Centrosomen wirklich und überall so verhalten, erscheint nach neueren Untersuchungen fraglich; doch habe ich dies hier noch so dargestellt, wie es die Figuren Guignard's zeigen.

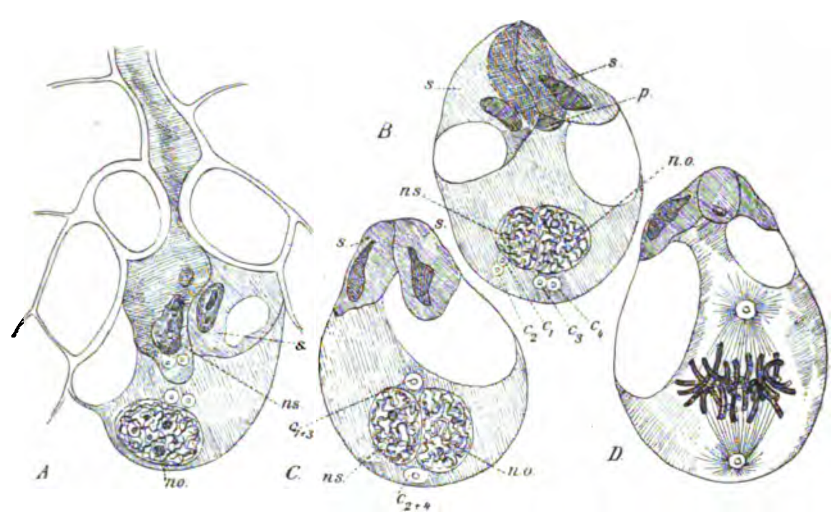


Fig. 33. Befruchtung von *Lilium Martagon.*

A Der Pollenschlauch erreicht das Ei: *ns* generativer Kern mit 2 Centrosomen, *no* Eikern mit 2 Centrosomen, *s* Synergide. *B* u. *C* Das befruchtete Ei mit den beiden Synergiden *s*, *p* in *B* der Pollenschlauch; die Kerne *no* und *ns* liegen neben einander, in *C* sind aus den 4 Centrosomen 2 geworden, entsprechend den Zahlen $c_{1}, _{2}, _{3}, _{4}$. *D* Das Ei, in dem die beiden Kerne zu einer karyokinetischen Figur mit 24 Chromosomen verschmolzen sind. (Nach Guignard.)

dass dieser auch nur mit diesem einen Kern verschmelzen muss: was das zu bedeuten hat, wird sich bei der Betrachtung der einzelnen Fälle besser verstehen lassen als in der allgemeinen Fassung. Am einfachsten liegen in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den Angiospermen, bei denen nur ein Pollenschlauch in eine Samenknospe hineinwächst. Letztere enthält nur ein empfängnissfähiges Ei, der Pollenschlauch enthält zwar zwei generative Kerne, welche aber nicht gleichzeitig zu dem Ei kommen, da sie hinter einander liegen: der vordere verschmilzt dann mit dem Eikern, der zweite kann auch sogar bis in das Ei hinein gelangen, wird dann aber in demselben, ohne eintretende Kernverschmelzung (nach Guignard) aufgelöst. Bei den Coniferen enthält die Samen-

knospe mehrere Archegonien und somit auch mehrere Eier. Wenn die Archegonien ganz dicht bei einander liegen, wie bei *Juniperus*, so werden alle nur durch einen Pollenschlauch befruchtet, dessen generativer Kern sich aber so oft theilt, wie es nöthig ist, damit jedes Ei von einem männlichen Gameten befruchtet werden kann. Bei anderen, wie bei der Tanne, liegen die Archegonien nicht so dicht beisammen und hier werden sie von ebenso vielen Pollenschläuchen, deren jeder einen generativen Kern enthält, aufgesucht, als Archegonien vorhanden sind. Damit ist nun freilich nicht gesagt, dass jedes Ei, resp. jede Samenknospe befruchtet werden muss: im Gegentheil bleibt es oder sie natürlich oft genug unbefruchtet und dann tritt in den meisten Fällen keine Weiterentwicklung des Eies ein; eine wirkliche Parthenogenese ist bei den Phanerogamen noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Bei den Kryptogamen ist, wenn die Eier nicht ganz unbefruchtet bleiben und wenn überhaupt die Verhältnisse dafür günstig sind, dass die männlichen Gameten zu den weiblichen kommen können, eher die Gefahr vorhanden, dass mehr als ein männlicher Gamet in das Ei eindringe. So bei den Farnen und Moosen, bei denen wohl immer gleich mehrere Spermatozoidien in den Hals des Archegoniums eindringen: sobald aber das erste mit dem Ei verschmolzen ist, umgibt sich dieses sofort mit einer Membran und ist für die folgenden Spermatozoidien, die sich in dem engen Halskanal einzeln hinter einander bewegen, nicht mehr zu sprechen. Diese Ausscheidung einer Membran um die vor der Befruchtung nackte Oosphäre ist ein ganz allgemeiner Vorgang und damit werden auch bei den Algen die weiteren Spermatozoiden abgehalten, wenn sie hinter einander in das Oogonium eindringen. Nicht so ist es bei den grossen kugeligen Eiern von *Fucus*, die von zahlreichen Spermatozoiden umschwärmt werden: ein besonderer Empfängnissfleck scheint nicht vorhanden zu sein und

man sieht nicht ein, warum nicht mehrere Spermatozoidien gleichzeitig in das Ei eindringen können. Es ist dies ja auch möglich, aber es wird dann doch eines zuerst den Kern erreichen und seinen Kern mit ihm verschmelzen, während die anderen, die gleichzeitig eingedrungen sind, sich vermuthlich im Eiplasma auflösen wie der zweite generative Kern im Ei der Angiospermen. Nach dem Eindringen des Spermatozoids und der Verschmelzung der beiden Kerne, was bei *Fucus vesiculosus* schon 1886 von Behrens beobachtet worden ist[1]), umgibt sich das Ei auch sogleich mit einer Haut. Bei denjenigen weiblichen Gameten, die noch die Gestalt der Schwärmspore bewahrt haben, erfolgt eine Copulation mit dem männlichen Gameten in der Regel nur, wenn sich beide mit ihren cilientragenden Spitzen berühren. Hier ergeben dann schon die Grössenverhältnisse, dass nur ein männlicherGamet sich mit einem weiblichen vereinigen wird, wie auch bei der Verschmelzung der Schwärmsporen dieselbe fast immer paarweise erfolgt. Allerdings kommt es auch vor, dass mehr als zwei Schwärmsporen mit einander kopuliren, nämlich drei oder vier bei *Acetabularia*.

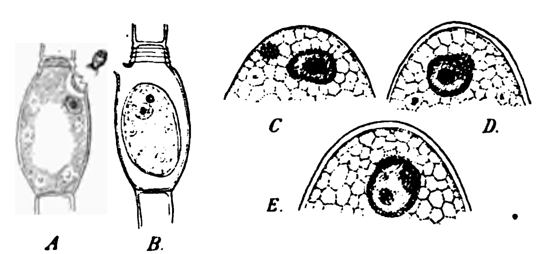


Fig. 34. *Oedogonium Boscii.* *A* Junges Oogonium, welches sich öffnen will; vor der Mündung ein Spermatozoid. *B* Oogonium mit befruchtetem Ei, das die beiden Kerne enthält und sich mit einer Membran umgeben hat. *C*, *D*, *E* oberer Theil des befruchteten Eies, in dem der Kern des Spermatozoids mit dem Eikern verschmilzt. (Nach Klebahn.)

Dass eine wirkliche Verschmelzung der Kerne bei der Befruchtung eintritt, ist erst für wenige Algen nachgewiesen:

1) Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, Bd. IV, p. 92.

zunächst für den schon erwähnten *Fucus vesiculosus*, dann für *Oedogonium Boscii* [1]) (Fig. 34) und zuletzt für *Vaucheria* [2]). Bei *Vaucheria* ist die Sache insofern besonders interessant, als wir es hier mit einer Siphonee zu thun haben, also einer Alge, in deren schlauchförmigem, ungegliedertem Thallus zahlreiche Zellkerne gleichförmig durch das ganze Plasma vertheilt sind. Das junge Oogonium wird Anfangs auch von einem Plasma mit zahlreichen Zellkernen erfüllt, aber bei der Reifung wandern alle diese Kerne wieder aus bis auf einen, der dann den Kern des Eies bildet (Fig. 35). Die winzig kleinen Spermatozoidien

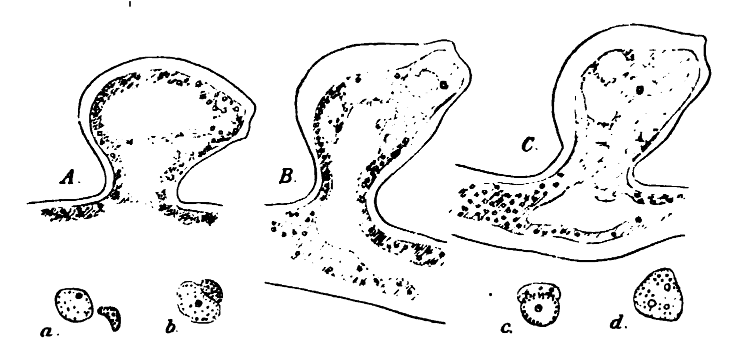


Fig. 35. *Vaucheria*. *A*, *B*, *C* junge Oogonien im Längsschnitt: *A* mit vielen Kernen, *B* die Kerne wandern wieder aus bis auf einen, *C* im Oogonium nur noch ein Kern, der Eikern. *a*—*d* Die aufeinander folgenden Stadien der Verschmelzung der Kerne von Ei und Spermatozoid. (Nach Oltmanns.)

bekommen gleich bei ihrer Entstehung nur einen Kern mit. Als bemerkenswerthe Entdeckung ist noch hervorzuheben, dass auch bei den Florideen die Kernverschmelzung bei der Vereinigung des Inhalts des Spermatiums mit dem der Carposphäre für eine Art, *Nemalion multifidum*, nachgewiesen ist [3]),

---

1) H. Klebahn, Studien über Zygoten, II. (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. XXV, p. 235, 1892.)

2) F. Oltmanns, Ueber die Entwicklung der Sexualorgane bei *Vaucheria*. (Flora 1895, p. 388.)

3) N. Wille, Ueber die Befruchtung bei Nemalion multifidum. (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, 1894, Bd. XII, p. 57.)

eine um so interessantere Entdeckung, als man bisher noch nicht die Wanderung des Inhaltes des Spermatiums durch die Trichogyne hindurch nach der Carposphäre hatte verfolgen können. Ist die Kernverschmelzung hier erfolgt, so wird die verengte Stelle, welche die Carposphäre mit dem unteren Theile der Trichogyne verbindet, durch eine Zellwandverdickung geschlossen und so ist die Carposphäre gegen das Eindringen anderer männlicher Gameten auch hier geschützt (Fig. 36). Schliesslich sei auf das hingewiesen, was oben über die eigenthümlichen Verhältnisse der oft erst nachträglich eintretenden Kernverschmelzung bei den Conjugaten gesagt wurde, was aber gleich an jener Stelle zu erwähnen zweckmässiger schien. Es kann hier noch hinzugefügt werden, dass bei den Conjugaten dadurch, dass zwei abgeschlossene Zellen mit einander copuliren, dafür gesorgt ist, dass auch immer nur 2 Kerne mit einander verschmelzen, freilich findet man zuweilen drei Zellen mit einander in Copulation, indem z. B. bei *Spirogyra* oder *Zygnema* zwei Zellen ihre Copulationsfortsätze auf eine andere hintreiben, die zwei Fortsätze bildet: ob dann auch eine Zygote gebildet werden kann, weiss ich nicht.

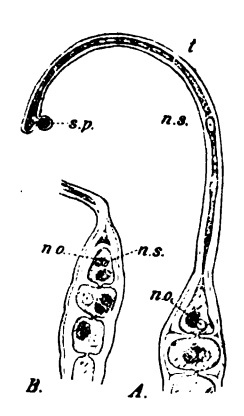


Fig. 36. *Nemalion multifidum.* *A* Befruchtetes Procarp: *sp* Spermatium, *t* Trichogyne, *n. s.* Kern des Spermatiums, *n.o.* Eikern. *B* Ein folgendes Stadium, in dem in der Carposphäre *n.o.* und *n.s.* verschmelzen. (Nach Wille.)

Die Erscheinungen der Kernverschmelzung sind, soweit genauere Angaben darüber vorliegen, einfach. Bei *Oedogonium* und *Vaucheria,* bei denen das Product der Befruchtung eine ruhende Zygote ist, schwellen die Kerne des männlichen und weiblichen Gameten bei ihrer Annäherung etwas an, sie legen

sich aneinander, die Kernmembranen werden aufgelöst und die Kerne verschmelzen zu einem, der sich jetzt wieder etwas contrahirt und bald auch wieder einen Nucleolus zeigt; Centrosomen hat man dabei nicht nachweisen können. Bei den Phanerogamen (*Lilium*) lässt sich ebenfalls die Anschwellung vom Ei- und Pollenschlauchkern beobachten, da aber das befruchtete Ei nicht in einen Ruhezustand übergeht, so sind die folgenden Vorgänge etwas anders. Zwischen den Kernen nämlich, die dicht aneinander liegen, lässt sich bis zuletzt noch eine trennende Membran beobachten; nur die zwei Paare von Centrosomen, deren je eines vom männlichen und weiblichen Gameten stammt, sind zu zwei Centrosomen verschmolzen, die sich gegenüber liegen auf zwei verschiedenen Seiten des Kernpaares und zwar enthält jedes dieser neuen Centrosomen eines vom männlichen und eines vom weiblichen Gameten. Dann tritt sogleich eine einheitliche Kerntheilungsfigur auf mit 24 Chromosomen, die sich in 48 spalten, unter gleichzeitiger Theilung der zwei Centrosomen in vier (Fig. 33)[1]).

Die Zahl der Chromosomen bei der Karyokinese scheint bei der Befruchtung eine gewisse Rolle zu spielen, wenigstens was die Angiospermen betrifft. Bei den Zell- und Kerntheilungen, welche zur Bildung der Samenknospe und des Embryosacks führen, ist z. B. bei *Lilium* und *Fritillaria* die Zahl der Chromosomen in der Regel 24, in den weiteren Theilungen, welche zur Bildung des Eies und seiner Synergiden führen, ist ihre Zahl hier 12. Ebenso wird die Zahl der Chromosomen von 24 auf 12 herabgesetzt, wenn in den Antheren die Theilung der Pollenmutterzellen beginnt: in den weiteren Theilungen bleiben es immer 12 Chromosomen. Aber die erste Theilung des Eies zeigt wieder, wie schon erwähnt, 24 Chromosomen. Ueber diese als Reduction der Chromosomen

1) Dass die Sache mit den Centrosomen etwas zweifelhaft geworden ist, wurde in der Anmerkung 2 auf p. 188 angedeutet.

bekannte Erscheinung kann ich mich kurz fassen, da sie von Strasburger zum Gegenstande einer ausführlichen Abhandlung [1]) gemacht worden ist und da ihr von Strasburger dieselbe Bedeutung zugeschrieben wird, welche mir auch schon, ehe ich jene Abhandlung kannte, als die wahrscheinlichste erschienen ist. Nach dieser Auffassung ist die Reduction der Chromosomen eigentlich nicht auf einen physiologischen, sondern einen phylogenetischen Grund zurückzuführen, nämlich darauf, dass bei den, einen regelmässigen Generationswechsel besitzenden Pflanzen die Kerne der ungeschlechtlichen Generation eine doppelt so grosse Anzahl von Chromosomen bei der Karyokinese zeigen, als die der geschlechtlichen Generation. Die letztere beginnt nun bei den Phanerogamen eigentlich mit den Theilungen innerhalb des Embryosackes und innerhalb des Pollenkornes und -schlauches, während mit der Theiiung des Eies wieder die ungeschlechtliche Generation anfängt. Embryosack und Pollenkorn sind als Sporen anzusehen; dass schon bei der Theilung ihrer Mutterzellen [2]) die Reduction der Chromosomen eintritt, scheint gegen die Richtigkeit der gegebenen Erklärung zu sprechen, allein wenn wir die Gefässkryptogamen und Moose betrachten, so finden wir auch da schon von der Theilung der Sporenmutterzellen an die Reduction der Chromosomen. Andererseits liefern aber diese Pflanzen den Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung, indem aus den bisher vorliegenden, von Strasburger mitgetheilten Beobachtungen hervorgeht, dass die Kerne der geschlechtlichen Generation (Moospflanze und Prothallium) bei der Karyokinese halb so viel Chromosomen bilden als die Kerne der ungeschlechtlichen Generation (Mooskapsel und Farnpflanze). Zur Erklärung der anologen Verhältnisse bei

---

1) Biologisches Centralblatt, Bd. XIV, p. 817.

2) Bei einigen Angiospermen entsteht nämlich der Embryosack aus einer besonderen Embryosackmutterzelle durch deren Theilungen.

den Thieren nimmt Strasburger auch einen, allerdings sehr reducirten Generationswechsel bei ihnen an.

Eine physiologische Bedeutung der Reduction der Chromosomen scheint mir für unsere bis jetzt erlangte Kenntniss dieser Verhältnisse nur unter der Annahme zu finden zu sein, dass die Chromosomen ihre Selbständigkeit auch im ruhenden Kerne bewahren, trotzdem sie hier äusserlich verloren geht. Auch Strasburger sieht sich zu dieser Annahme genöthigt, obgleich einige Erscheinungen in der Entwicklung der pflanzlichen Generationsorgane dagegen sprechen. So theilt sich, wie Guignard angibt, von den beiden aus der ersten Kerntheilung im Embryosack entstehenden, also ganz gleichwerthigen Kernen der eine unter Bildung von 12 Chromosomen, wie sein Mutterkern, der andere unter Bildung von mehr als 12, sogar bisweilen 24 Chromosomen, wie die vorletzte Kerngeneration. Dagegen erhalten ganz deutlich ihre Selbständigkeit die Chromosomen in den Kernen des männlichen und weiblichen Gameten der Angiospermen, denn es treten nach dem Verschwinden der die Kerne trennenden Membran sogleich 2 × 12 Chromosomen auf ohne vorhergehende Verschmelzung der Kerne zu einem. Noch deutlicher wird die Selbständigkeit der Chromosomen bei der Entwicklung des thierischen Eies und bei seiner Befruchtung bewahrt. Darauf beruht nun auch die Erklärung, welche Weismann für die Vorgänge der Verdoppelung und der Reduction der Chromosomen oder, wie er sie nennt, Idanten aufstellt. Es scheint mir, dass sich seine Auffassung der Richtungskörperchen, deren Bedeutung nach ihm in der Reduction der Idanten des Eies liegt, mit unserer oben ausgesprochenen Meinung vertragen kann, nach welcher die Richtungskörperchen nur unentwickelte Eier sind, was ja auch von manchen Zoologen angenommen wird.

Es ist hier nicht am Platze, sich länger auf diesem so

vielfach discutirten Gebiete aufzuhalten, es soll in dieser Beziehung nur noch auf einen Punkt hingewiesen werden. Nach Weismann nämlich kommt es nur darauf an, dass das Ei eine gewisse Menge derjenigen Substanz enthält, die als Träger der Vererbung fungirt und in diesem Sinne können wir ihm sehr wohl beistimmen, entgegen jener sonderbaren Auffassung, nach welcher bei der Reduction der Chromosomen gewisse männliche Elemente hinausgeschafft würden, damit das Ei „rein weiblich" sei. Sonderbar erscheint mir diese Meinung desshalb, weil sie annimmt, dass die Unterscheidung des männlichen und weiblichen Geschlechtes etwas ursprünglich Vorhandenes sei [1]). Wir haben aber gezeigt, dass sich eine Unterscheidung von Geschlechtern, weil vortheilhaft, allmählich herausgebildet hat, dass es aber eigentlich nur darauf ankommt, zwei vorher getrennte Zellen oder Kerne zu vereinigen. Das befruchtungsreife Ei ist einfach eine Zelle, welcher die Eigenschaften des einen Individuums anhaften, wie das Spermatozoid eine andere Zelle ist, welcher die Eigenschaften des anderen Individuums anhaften.

Die vererbbaren Eigenschaften denkt sich Weismann speciell an die Chromosomen gebunden, eben weil man aus der Reduction der Chromosomen und den karyokinetischen Vorgängen sieht, dass bei der Vereinigung der beiden Kerne im Befruchtungsact eine möglichst gleichartige Mischung aus den beiden Eltern erzielt wird. Wäre das Protoplasma der Träger der vererbbaren Eigenschaften, so müsste bei jeder sexuellen Fortpflanzung, die durch Eibefruchtung erfolgt, der mütterliche Einfluss der vorwiegende sein. Dass der männ-

1) So sagt auch Hanstein (Parthenogenese der *Caelobogyne ilicifolia* p. 48): „Es muss die Veranlassung fallen, die Sexualität . . . als geheimnissvolles Naturgesetz anzusehen und in der Befruchtung die Wiedervereinigung gewisser unbekannter, aus einander getretener männlicher und weiblicher Triebkräfte zu erblicken." Vergl. auch l. c. p. 51.

liche Gamet überhaupt mit Protoplasma versehen ist, erklärt sich daraus, dass ein Kern für sich allein offenbar nicht im Stande ist, zu existiren. Es kämen dann aber noch die Centrosomen in Frage, die ja auch bei den männlichen und weiblichen Gameten gleich gross sind und wahrscheinlich überall vorhanden und nur wegen der Schwierigkeit, sie sichtbar zu machen, nicht überall nachgewiesen sind. Es dürfte wohl am besten sein, Kern und Centrosomen als ein gemeinsames Ganze anzusehen und uns nicht jede einzelne Eigenschaft, die von den Organismen vererbt wird, an ein bestimmtes Theilchen der Kern- oder Zellsubstanz überhaupt gebunden zu denken. So können wir auch ein besonderes Keimplasma und besondere Bahnen für dasselbe im Weismann'schen Sinne nicht anerkennen [1]). Ueberhaupt wird schwerlich je ein Botaniker sich zu dieser Anschauung bewegen lassen, da er ja sieht, dass, z. B. bei einem Lebermoos, fast jede Zelle der Pflanze im Stande ist, die ganze Pflanze zu reproduciren. Sagt man aber, dass bei dieser Pflanze das Keimplasma auf alle Zellen vertheilt ist, so würde dies nur ein anderer Ausdruck für die zu beobachtende Erscheinung sein, ohne dass wir damit eine genauere Kenntniss der Sache erworben hätten. Doch wir würden uns mit solchen Erörterungen zu weit von unserem Wege entfernen und wollen uns deshalb daran erinnern, dass wir zunächst die morphologische Seite der geschlechtlichen Fortpflanzung, dann, wenn man so sagen darf, ihre anatomisch-physiologische betrachtet haben, dass uns jetzt also noch ihre biologische Bedeutung zu erörtern bleibt [2]).

---

1) Die Continuität des Keimplasmas im Sinne Sachs' ist freilich etwas anderes, es ist eine Thatsache, eine Erscheinung in der Entwicklung der Pflanzen, welche in das rechte Licht gesetzt zu haben, ein grosses Verdienst unseres genialen Physiologen ist.

2) Es ist auch der Versuch gemacht worden, die Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung mit Hülfe der Selectionstheorie zu erklären:

Da die Beobachtung des Copulations- und Befruchtungsvorganges auf die Vereinigung gleichartiger Schwärmsporen als Ausgangspunct aller weiteren Erscheinungen führt, so entsteht zunächst die Frage, was die Schwärmsporen veranlasst habe, mit einander zu copuliren? Man könnte annehmen, wie schon oben angedeutet, bei der Entstehung derselben sei die Theilung so weit gegangen, dass die entstehenden Schwärmsporen zu klein geworden seien, um sich selbständig weiter zu entwickeln und dass erst aus zweien wieder eine Zelle entstanden sei, welche diese Fähigkeit besitzt. Viel wäre damit natürlich nicht gewonnen, denn es bleibt nicht nur unerklärt, was nun die getrennten Producte wieder zusammenführt, sondern es wird auch nur als Grund der Erscheinung ein Vorgang angegeben, für den wir gar keinen Grund wissen. Auch haben wir oben gesehen, dass in manchen Fällen solche Gameten ohne Copulation keimen können. Von dieser Seite her werden wir also die Sache nicht erklären können, wir werden uns darauf beschränken müssen, die biologische Bedeutung der Erscheinung zu verstehen. Die Frage nach der Bedeutung der Sexualität ist ja schon wiederholt discutirt worden; auch ist schon mehrfach darauf hingewiesen worden, dass die Nothwendigkeit der Sexualität zur Erhaltung der Art keineswegs von vornherein klar ist: im Gegentheil sehen wir, dass viele Arten sich sehr gut und dabei unverändert erhalten, ohne je sich sexuell zu vermehren, sei es, dass sie überhaupt keine Geschlechtsorgane besitzen wie die grosse Menge der Asco- und Basidiomyceten, sei es, dass sie solche besitzen, diese aber functionslos sind, und dass sie sich nur durch Propagation vermehren und erhalten.

Es ist nun früher die Ansicht vertheidigt worden, dass es

Dr. W. Breitenbach, Die Entstehung der geschlechtlichen Fortpflanzung, eine phylogenetische Studie (Kosmos, 1880, Bd. VIII, p. 248). Was hat man nicht alles schon mit der Selectionstheorie erklären gewollt!

bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nicht nur auf das Bestehen der Art, auf das Verhüten ihres Aussterbens, sondern auf die Erhaltung der specifischen Eigenschaften, auf das Verhüten von Ausartung abgesehen sei, d. h. dass dieses Ziel durch die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege besser erreicht werde als auf ungeschlechtlichem. Grisebach[1]) und die anderen Anhänger einer solchen Ansicht gehen von der Annahme aus, dass individuelle Abänderungen, die durch Veränderung der äusseren Lebensbedingungen entstanden sind, bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung erhalten werden und dass sich unter solchen Verhältnissen die einheitliche Species in eine Menge einzelner Varietäten auflösen würde, wie es in einigen Fällen bei Culturpflanzen unter der Hand des Menschen geschehen ist.

„Dieser Folgerung", sagt Askenasy[2]), „entsprechen die Thatsachen keineswegs. Im Allgemeinen führt eine lebhafte ungeschlechtliche Vermehrung weder bei wildwachsenden noch bei cultivirten Pflanzen nothwendiger Weise zu einer grossen Mannichfaltigkeit der Formen. Wohl aber muss zugegeben werden, dass eine reichliche ungeschlechtliche Vermehrung die Fixirung von Abänderungen, die auf irgend eine Art entstanden sind, sehr erleichtert. So befördert dieselbe bei sehr variabeln wildwachsenden Pflanzen die Zersplitterung der Formen und gestattet der künstlichen Auswahl, mit Leichtigkeit zahlreiche Abänderungen verschiedener Culturpflanzen festzuhalten. Man verfährt überhaupt inconsequent, wenn man die Gleichförmigkeit einer Art auf Rechnung der Kreuzung setzt, denn man weiss sehr wohl, dass viele Eigenschaften schon an und für sich constant sind, dass Veränderungen derselben bei individuellen Variationen gar nicht vorkommen." Der citirte Autor

---

1) Göttinger Nachrichten, 1878, No. 9.

2) Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre. Leipzig 1872, p. 54—55.

fährt nun fort: „Die grosse Bedeutung der Kreuzung liegt meiner Ansicht nach darin, dass sie alle vereinzelten seltenen Variationen, die sonst zur Bildung constanter Formen führen könnten, absorbirt, indem sie deren Nachkommen wiederholt mit Individuen paart, die von dem ursprünglichen Typus nicht abgewichen sind.“ Wie leicht ersichtlich, wird bei der sexuellen Verbindung von zwei Individuen derselben Art die Vereinigung der Gameten in der Weise wirken, dass die Eigenschaften des einen Gameten nicht allein zur Geltung kommen könne, sondern durch die des anderen modificirt werden: es werden also die erhaltenen Mittelwerthe sich viel weniger leicht vom Typus der Art entfernen, als wenn die Eigenschaften nur von einer Seite aus vererbt werden. Das ist also die Anschauung, nach welcher die Kreuzung und sexuelle Reproduction zur Erhaltung der specifischen Eigenthümlichkeiten dient. Es ist nun merkwürdig, zu sehen, wie die anderen Autoren durch die geschlechtliche Fortpflanzung gerade das herbeigeführt wissen wollen, was nach den ersteren durch sie verhindert werden soll, nämlich die Erzeugung neuer Varietäten, die dann zu neuen Species werden können.

In diesem Sinne fasst Kerner[1]) die Sache auf und spricht sich dahin aus, dass Fortpflanzung, Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen auch durch „Ableger“ (d. i. Organe der ungeschlechtlichen Reproduction und Propagation) erfolgen können, dass sich aber die Befruchtung nur begreifen lässt, wenn man sie als ein Mittel zur Entstehung neuer Arten auffasst. Nach ihm ist, speciell für die Blüthenpflanzen, das Ziel aller jener Einrichtungen, welche zur Befruchtung führen sollen, „dass im Beginne des Blühens eine zweiartige Kreuzung und erst dann, wenn diese nicht zu Stande kommt, einartige Kreuzung, Geitonogamie, Autogamie und Kleistogamie statt-

1) Pflanzenleben, Bd. II, p. 581.

finden“. Die Hauptsache wäre also, dass durch die Sexualität eine Vermischung zweier Arten und dadurch die Entstehung neuer Arten ermöglicht würde; das erstere ist selbstverständlich nur auf diesem Wege möglich, für das letztere aber kann es nicht bewiesen werden. Doch muss man zugeben, dass die Sexualität in dieser Hinsicht eine grosse Bedeutung besitzt und ich glaube auch, dass man viel eher durch sprungweise, durch die Kreuzung hervorgerufene Veränderungen als durch allmähliche, auf Anpassung beruhende Veränderungen die Entstehung neuer Arten erklären kann. Es ist aber möglich, dass — um mich eines kurzen Ausdruckes zu bedienen — die Grisebach'sche Auffassung neben der Kerner'schen bestehen bleibt, denn bei ersterer handelt es sich um die sexuelle Vereinigung von Individuen innerhalb einer Art, bei der letzteren um die Kreuzung verschiedener Arten. Wenn die sexuelle Fortpflanzung nur die Erhaltung der Art sichern sollte, so würde dafür gesorgt sein, dass eine zweiartige Kreuzung überhaupt nicht stattfinden könnte oder erfolglos wäre; allein die Kreuzung nahe verwandter Arten ist wohl viel häufiger erfolgreich und liefert vielmehr fruchtbare Bastarte, als viele Naturforscher anzunehmen geneigt sind. Wäre aber die wahre Absicht der sexuellen Fortpflanzung die Vermischung der Arten, so würde nicht die Vereinigung von Individuen derselben Art die Regel sein, wie sie es doch wohl ist. Darum ist anzunehmen, dass dem Fortbestehen der organischen Welt sowohl aus der einartigen wie aus der zweiartigen Kreuzung ein Vortheil erwächst.

Nur ist nicht einzusehen, dass zur Erhaltung des Arttypus und zur Entstehung neuer Arten die sexuelle Fortpflanzung geradezu nothwendig ist. Denn auch ohne dieselbe könnten doch constante Arten existiren und neue aus denselben hervorgehen, wofür die höheren Pilze und die Flechten den Beweis liefern. Obgleich bei denselben niemals eine Vermischung zweier Individuen zur Erzeugung der Keime eintreten kann, verhalten sie sich doch in ihrer Gruppirung zu Arten, Varie-

täten u. s. w. nicht anders als andere Pflanzen und entstehen hier gerade so gut neue Arten, als wie es für diese anderen angenommen wird.

Doch ist zu wiederholen, was in allen solchen Fällen zu sagen ist: nämlich wenn wir an einem Organismus eine für denselben offenbar nützliche Einrichtung bemerken, so ist deren Nutzen nicht desswegen zu bestreiten, weil ein anderer ähnlicher Organismus ohne jenen auskommt. So können wir nicht leugnen, dass Dornen und Stacheln den Pflanzen als Schutz gegen die Angriffe der Thiere nützlich sind, wenn auch andere Pflanzen ohne dieses Schutzmittel den Angriffen der Thiere nicht erliegen. Ebenso verhält es sich mit der sexuellen Fortpflanzung: sie ist ein Vortheil, keine Nothwendigkeit, und um so grösser ist dieser Vortheil, als derselbe nach zwei Seiten hin gerichtet ist: durch die einartige Kreuzung wird der Typus der Art leichter erhalten, als bei rein ungeschlechtlicher Vermehrung, durch die zweiartige Kreuzung wird die Bildung neuer Arten zwar nicht erst ermöglicht, aber doch durch Einführung dieses neuen Hülfsmittels erleichtert, „die geschlechtliche Fortpflanzung ist daher eine sehr viel mächtiger sprudelnde Quelle der Variabilität und hat mit der allmählich höheren Entwicklung der Arten die ungeschlechtliche in den Hintergrund gedrängt und auf engere Kreise beschränkt" [1]).

Der Autor, dessen Worte eben citirt wurden, hat aber in erster Linie einen Vortheil der Sexualität darin erblickt, „dass durch die Vereinigung zweier Zellen eine grössere Kraftsumme zur Verfügung stehe". Die Bedeutung dieses Ausspruches ist mir nicht ganz klar, denn wenn es nur auf die Vereinigung von zwei Zellen ankäme, so wäre es doch viel einfacher, wenn zwei neben einander liegende Zellen desselben Organismus verschmelzen würden und bedürfte es nicht der compli-

---

1) Klebs, l. c. p. 25.

cirten Einrichtungen, zwei Zellen aus verschiedenen Organismen zusammenzuführen. Hieran schliesst sich noch eine andere Betrachtung zur Beseitigung einer einseitigen Auffassung der Rolle, die der männliche Gamet bei der Befruchtung spielt, als ob er nämlich nur dazu diente, das Ei zur Weiterentwicklung anzuregen. In den meisten Fällen kann das Ei sich nicht ohne Befruchtung entwickeln, aber man darf nicht glauben, dass es an und für sich unfähig wäre, sich zu entwickeln und erst eines besonderen Stoffes oder Reizes bedürfe: sehen wir doch aus einzelligen ungeschlechtlichen Sporen und vielen Eiern parthenogenetisch sich fortpflanzender Organismen, besonders bei Thieren, neue Organismen, die aus zahllosen Zellen bestehen, hervorgehen: Die Unfähigkeit des Eies, sich zu entwickeln, ist nur eine Anpassung an die durch die Sexualität gebotenen Vortheile, wie sie eben dargelegt worden sind. Wäre dies nicht der Fall, so würde eben das Ei nach seiner Entstehung gleich anfangen sich zu theilen und könnte dann nicht mehr mit dem männlichen Gameten verschmelzen: eine Befruchtung würde nur bei dem glücklichen Umstande eintreten, wenn sofort nach der Bildung des Eies auch eine Spermazelle hinzukommt, denn es ist nicht zu erwarten, dass das Ei nur gerade so lange ruhe, als die Möglichkeit dauert, dass noch eine Spermazelle zu ihm gelange, dann aber erst sich weiterentwickele mit oder ohne Befruchtung. Wir müssen annehmen, dass die Vortheile, die die sexuelle Fortpflanzung mit sich bringt, so gross sind, dass sie den Untergang zahlloser unbefruchteter Eier aufwiegen, und wir müssen in dem männlichen Gameten nicht den Erreger zur Entwicklung der Eizelle, sondern den Träger der Eigenschaften des männlichen Organismus sehen, die mit den in der Eizelle liegenden Eigenschaften des weiblichen Organismus vereinigt werden sollen.

Neben den Vortheilen, auf welche nach obiger Auseinandersetzung die sexuelle Fortpflanzung gerichtet ist, kann nun noch

ein dritter angeführt werden, der mir bis jetzt nicht in entsprechender Weise Beachtung gefunden zu haben scheint. Die Sexualität kann nämlich auch ein Mittel zur Ausbildung höher stehender, d. h. complicirter gebauter Formen werden. In dieser Hinsicht kommt es in Betracht, dass nicht bloss zwei Individuen ihre Gameten zur Vereinigung bringen, sondern dass die beiden Gameten oder auch Individuen als männlich und weiblich unterschieden sind. In solcher Weise wirkt die geschlechtliche Fortpflanzung besonders bei den Blüthenpflanzen und wir brauchen, um dies zu erkennen, nur die verschiedenartigen Einrichtungen für die Bestäubung und die mannichfaltigen, oft wundervollen Gestalten der Blüthen und Constructionen der Bestäubungsapparate mit ihrer Anpassung an die Insecten zu betrachten. Viel mehr aber als bei den Pflanzen ist im Thierreich die Sexualität in der Hand der Natur ein Mittel zur Vervollkommnung oder besser gesagt zur Ausbildung complicirter gebauter Formen geworden. Hier handelt es sich nicht nur um die Mittel zur Vereinigung der verschieden gebauten Geschlechter, sondern auch um die Auswahl der Individuen und was dabei die geschlechtliche Zuchtwahl gewirkt hat, das führt Darwin in meisterhafter Weise in seinem bekannten Werke aus. Aber auch hier dürfen wir nicht zu weit gehen und nicht glauben, dass erst durch die geschlechtliche Fortpflanzung eine Entwicklung zu höheren Formen stattfände. Im Allgemeinen zwar geht mit der Vermehrung der Bedürfnisse, welche ja durch die Sexualität gegeben wird, eine Vervollkommnung der Einrichtungen, hier also der Organisation, Hand in Hand. Aber gerade das Pflanzenreich liefert uns einige gute Beispiele davon, wie sich eine hochentwickelte Organisation bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung finden kann. Die Laminariaceen, wie schon oben erwähnt, welche sich nur durch asexuelle Schwärmsporen fortpflanzen, stehen im Bau ihres Thallus auf derselben hohen Stufe im Reiche der Algen

wie die Fucaceen, bei denen eine Befruchtung zwischen sehr verschieden gebauten Gameten stattfindet. Bei den Moosen finden wir den complicirtesten Bau in der Mooskapsel, dem Organ, welches zur ungeschlechtlichen Vermehrung dient, und analog ist bei den Farnpflanzen die ungeschlechtliche Generation diejenige, welche Stamm, Blätter und Wurzeln bildet, während die geschlechtliche Generation als ein unscheinbarer kleiner Thallus auftritt [1]). Also nur unter gewissen Umständen wirkt die Sexualität in der Weise, wie ich sie in dritter Linie als einen Vortheil, der daraus für die Entwicklung der Organismenwelt entsteht, anführte. Es ist aber nun zu bedenken, dass im Pflanzenreich die Sexualität gar nicht die hervorragende Rolle spielt, welche ihr im Thier- und Menschenreich zukommt. Für diese Betrachtungsweise habe ich am Schlusse der Einleitung einige Andeutungen gemacht.

---

1) Hiergegen nun wieder könnte Jemand einwenden, dass es sich bei den Moosen und Farnen um einen Generationswechsel handelt, der ja nach demselben Principe auch bei den Phanerogamen vorhanden ist. Die Sache liegt aber insofern anders, als bei letzteren die ungeschlechtliche Generation so zu sagen in den Dienst der geschlechtlichen gestellt ist, was sich darin zeigt, dass die ungeschlechtliche Generation die Aufgabe übernommen hat, für das Zusammenbringen der Gameten, die Bestäubung, welche der eigentlichen Befruchtung vorangeht, zu sorgen; bei den Kryptogamen ist dies (mit Ausnahme von *Azolla*) nicht der Fall.

Verzeichniss

der im Texte vorkommenden Pflanzen- und Autor-Namen.

* bedeutet Abbildung.

